



Universidad
Carlos III de Madrid

TESIS DOCTORAL

Alineación de la Gestión Estratégica con la Medición de Productos y
Procesos para Organizaciones de Ingeniería del Software

Autor:

Hugo Arnoldo Mitre Hernández

Directores:

Dr. Antonio de Amescua Seco

Dr. Javier García Guzmán

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Leganés, Octubre de 2010

TESIS DOCTORAL

Alineación de la Gestión Estratégica con la Medición de Productos y Procesos para Organizaciones de Ingeniería del Software

Autor: Hugo Arnoldo Mitre Hernández

Directores: Dr. Antonio de Amescua Seco

Dr. Javier García Guzmán

Firma del tribunal calificador:

Nombre

Firma

Presidente:

Vocal:

Vocal:

Vocal:

Secretario:

Calificación:

Leganés, de de

Dedicado a mi inseparable familia...

A mi chica...

Y a mis verdaderos amigos...

Agradecimientos

La presente tesis doctoral está dedicada a mi familia. A mi hermana Karla, por su interés en mi bienestar, a mi padre Hugo, por su interminable apoyo en todos los sentidos, y mi madre Maria Dolores. Hay Madre, has sabido motivarme en todo momento y asombrosamente te mantuviste actualizada de todos mis avances de investigación, por ello, te lo agradezco como a ti te gusta, “**gracias Amá**”. A mi tío reyes, siempre me enseñó a seguir el camino correcto. A mi abuela, que como comúnmente le apodamos “Ama lola”, nunca me falla a la hora de darme su cariño. Y a mi Elizabeth, por seguirme en esta larga experiencia en España y EE.UU, “**gracias peque**”.

A mi mejor amigo de España y el mundo, Diego Martin de Andres, el único que sin preguntar te ofrece lo que necesitas, el que te dice que estas mal cuando nadie se atreve a decirlo y hasta te consigue los medios para seguir en tu vocación. También, por recomendarme para conseguir el patrocinio de estos cuatro años, “**gracias Diego**”.

Agradezco a Julian Urbano por sus contribuciones a la experimentación de esta investigación, y muy probablemente seguiremos apoyándonos con las siguientes líneas de investigación.

A mis directores de tesis, por sus interminables aportaciones a esta investigación. A Antonio por compartir su larga experiencia convirtiéndola en sabios consejos, “gracias Antonio”. A ti Javi, por ser un tutor “envidiablemente” atento, por ser como pocos, práctico, eficiente, organizado e interesado en mi persona, “gracias Javi”.

A Victor R. Basili, por permitir agregar más experiencia a mi vocación como investigador y a sus aportaciones en las revisiones de artículos. Al grupo del centro Franhoufer para la ingeniería del software experimental, por sus consejos y correcciones en mi investigación durante mi estancia en EE.UU, gracias Carolyn Seaman, Forest Shull, Myrna Regardie y Victor.

A mi grupo de investigación del laboratorio de ingeniería del software (SEL, Software Engineering Lab), Ana, Alberto, Javier S., Antonio F., Maribel, Fuensanta, Álvaro, Diana. A mi estimado amigo Arturo Mora Soto, por sus aportaciones a mi investigación y su recomendación para continuar trabajando en este largo camino en la investigación, “gracias Arturo”. Mi amigo Leonardo, gracias por tu apoyo en esta investigación y por compartir tu tiempo en mis hobbies. Manú, gracias por escribir conmigo y por el dichoso pago de la universidad, tú me entiendes.

A Paloma Martínez, por depositarme su confianza al haberme brindado la oportunidad de tener un gran respaldo económico, la beca del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Mi estimado amigo David Romero Portal, por ser tan buena persona y por su aportación para el desarrollo del software de este trabajo de investigación.

A los hermanos Carlos y Jose Prieto Gajardo, han sido como mis hermanos desde mi llegada a España, se que cuento con su apoyo, “**gracias brothers**”.

A mi grupo de hip hop. He descubierto el significado de la palabra regocijo, ha sido un deleite bailar y convivir con estas grandes personas, gracias What da Funk por desconectarme cuando lo necesitaba.

A mi pareja latina preferida, por ser amigos verdaderos y hacerme la vida más agradable, “gracias Maite y David”. Y a mi pareja asiática, Ming y Qiao, por los buenos momentos juntos, como el karaoke chino, baloncesto, las tantas comidas, y más... *podría seguir ya que he hecho muchos amigos en España, increíblemente más que en México, pero es hora de parar, digo!, para no fastidiar más al pobre lector, lo siento... ☺*

Resumen

La presente tesis doctoral se centra en la gestión estratégica sobre las organizaciones de desarrollo y provisión de servicios software. Actualmente, investigadores puntualizan la importancia de la gestión estratégica para asegurar los objetivos de negocio y mejorar la competitividad de la organización. Sin embargo, existen evidencias que muestran que una gran parte del personal encargado de las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) no es consciente de su aportación a la estrategia de la organización, causando con esto una falta de orientación de los esfuerzos del personal de las TIC para cumplir con la estrategia.

No se puede controlar lo que no se puede medir, es por ello que el diseño de un plan estratégico va siempre a la par del diseño de un programa de medición. El programa de medición permite medir los objetivos de negocio y el cumplimiento de la estrategia, permitiendo a la alta dirección tomar decisiones y acciones correctivas oportunas.

A pesar de los beneficios de adoptar modelos de mejora del proceso software y de obtener un certificado para el establecimiento del proceso del ciclo de vida del software, se han identificado las siguientes carencias en las organizaciones de software para diseñar el programa de medición orientado al aseguramiento de la estrategia de negocio:

- Es difícil alinear la información de medición a los objetivos de negocio para una efectiva toma de decisiones.
- Existe una falta de justificación de la estandarización del desarrollo software con la estrategia de negocio.
- Existe una carencia de información de calidad de las mediciones para controlar los esfuerzos SPI hacia el cumplimiento de los objetivos y los efectos de sus acciones en una organización de software.
- Es difícil conseguir beneficios económicos al integrar la gestión estratégica, mejora del proceso y la medición en la práctica.

Para resolver estas carencias, es necesario integrar la gestión estratégica, la mejora del proceso y la medición para gestionar eficientemente la competitividad de la organización de software. Por consiguiente, se realizó un análisis de las contribuciones de las propuestas dentro del proceso de la gestión estratégica. Los resultados del análisis permitieron definir un método formalizado, el cual tiene como propósito formular una estrategia para la organización de software, alinear los objetivos estratégicos con los objetivos de mejora y crear medidas desde las perspectivas financieras, de procesos internos, de los clientes y del aprendizaje y crecimiento del personal.

Con el fin de ofrecer veracidad del método, se realizaron dos estudios en un entorno real y docente. Los resultados de ambos estudios presentaron evidencias concluyentes de las siguientes capacidades del método:

- Alineamiento de la gestión estratégica, mejora de procesos software y medición para la gestión de la competitividad de las organizaciones.
- Contribución con las sinergias entre todos los actores implicados en la definición de la estrategia, las acciones de mejora de proceso de software y las iniciativas de medición.
- Captura y difusión de conocimiento útil a todos los niveles de la organización.
- Facilidad del aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas.

Abstract

The present dissertation focuses on the strategic management over software development and service provision organizations. Currently, researchers point out the importance of strategic management to ensure business objectives and improve the competitiveness of the organization. Though, evidences show that a large proportion of ICT (Information and Communication Technologies) staff is not aware of their contribution to the organization's strategy, which will cause a lack of the ICT staff orientation efforts to achieve the strategy.

You can't control what you can't measure, for this reason the design of a strategic plan always goes hand in hand with the design of a measurement program. The program allows quantify the business objectives and the strategy achievement, enabling top management to make decisions and appropriate corrective actions.

Despite the benefits of adopting software process improvement models and obtaining a certification for the establishment of the process of software life cycle, the following lacks in software organizations to design the measurement program for the business strategy have been identified:

- It is difficult to align the measurement information to the business objectives for effective decision making.
- There is a lack of justification for the standardization of software development with business strategy.
- There is a lack of quality information from the measurements to control the SPI efforts towards achieving the objectives and the effects of their actions in a software organization.
- It is difficult to obtain economic benefits by integrating strategic management, process improvement and measurement in practice.

To address these shortcomings, it is necessary to integrate strategic management, process improvement and measurement to efficiently manage the competitiveness of the organization. Therefore, an analysis of the approaches' contributions within the strategic management process has been done. The analysis results permits define a formalized method, which aims to formulate a strategy of the software organization, aligns the strategic objectives with the improvement objectives and create measures among the perspectives of financial, internal processes, customers and staff learning and growth.

In order to offer truthfulness of method, two studies in a real and educational environment were carrying out. The result of both studies shows conclusive evidence of the following capabilities of the method:

- Alignment of strategic management, software process improvement and measurement to manage the competitiveness of organizations.
- Contribution to the synergies among all actors involved in defining the strategy, actions of software process improvement and measurement initiatives.
- Capture and spread of useful knowledge at all levels of the organization.
- Facilitate the learning capabilities and competencies required.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XVII
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 CONTEXTO	2
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y MOTIVACIÓN	4
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	6
1.4 APORTACIONES A LA INVESTIGACIÓN	7
1.5 ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL	10
2. ESTADO DEL ARTE	12
2.1 PROCESO DE LA GESTIÓN ESTRATÉGICA ADAPTADO A LAS ORGANIZACIONES DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE.....	12
2.1.1 Análisis del entorno	14
2.1.2 Formulación de la estrategia	20
2.1.3 Implementación de la estrategia	23
2.1.4 Análisis y control de la implementación	24
2.2 ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS RELEVANTES A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	28
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS RELEVANTES A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	31
2.3.1 Medición Práctica del Software (PSM)	31
2.3.2 Cuadro de Mando Integral y Objetivo-Pregunta-Indicadores-Medición (BSC&GQ[I]M)	39
2.3.3 Actividad Basada en Costes, Cuadro de Mando Integral y Modelo de Madurez de Capacidad (ABCM).....	44
2.4 CONCLUSIONES	47
3. METODOLOGÍA PROPUESTA	49
3.1 VISIÓN GENERAL DEL MÉTODO	49
3.2 ALCANCE DEL MÉTODO	51
3.3 ROLES Y SU ALINEACIÓN CON EL PERSONAL DE LA SEO	52
3.4 RESPONSABILIDADES DE LOS ROLES	55
3.5 PROCESOS DE BOQM	60

3.5.1 Proceso de análisis del contexto interno y externo.....	63
3.5.2 Proceso de diseño de la estrategia	80
3.5.3 Proceso de implementación de la estrategia.....	118
3.5.4 Proceso de análisis, control y evaluación de la información.....	126
3.6 TÉCNICAS DEL MÉTODO	142
4. EXPERIMENTACIÓN	151
4.1 OBJETIVOS DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	151
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE EXPERIMENTACIÓN.....	154
4.2.1 Aplicación de BOQM en un entorno real.....	154
4.2.2 Aplicación de BOQM en ámbito docente.....	158
4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	174
4.3.1 Capacidad de alineamiento de gestión estratégica, mejora de procesos software y medición para la gestión de la competitividad de las organizaciones	174
4.3.2 Capacidad de contribuir a las sinergias entre todos los implicados.....	177
4.3.3 Capacidad para capturar y difundir conocimiento útil a todos los niveles de la organización ...	178
4.3.4 Capacidad para facilitar el aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas	180
5. CONCLUSIONES.....	191
5.1 CONCLUSIONES Y RESUMEN DE LAS APORTACIONES	191
5.2 DESAFÍOS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	197
BIBLIOGRAFÍA	199
ANEXOS	207
A. PUBLICACIONES, PROYECTOS Y ESTANCIAS	207
B. EJEMPLOS DEL MÉTODO	210
C. DOCUMENTOS DEL ASISTENTE	213
D. PROTOTIPO DEL ASISTENTE	232

Índice de Tablas

Tabla 1.1	Dificultades y necesidades encontradas en la literatura actual dentro del contexto de investigación	8
Tabla 2.1	Actividades de las propuestas actuales que pueden ayudar a la gestión estratégica en el área de la medición de productos y procesos de software	28
Tabla 3.1	Descripción de los roles de BOQM	53
Tabla 3.2	Responsabilidades de los roles de BOQM (Parte I)	56
Tabla 3.3	Responsabilidades de los roles BOQM (Parte II)	57
Tabla 3.4	Responsabilidades de los roles BOQM (Parte III)	58
Tabla 3.5	Responsabilidades de los roles BOQM (Parte IV)	59
Tabla 3.6	Responsabilidades de los roles BOQM (Parte V)	60
Tabla 3.7	Iconos de estereotipos definidos en SPEM	61
Tabla 3.8	Tareas de la actividad	65
Tabla 3.9	Tareas de la actividad	67
Tabla 3.10	Tareas de la actividad	73
Tabla 3.11	Tareas de la actividad	82
Tabla 3.12	Tareas de la actividad	84
Tabla 3.13	Tareas de la actividad	86
Tabla 3.14	Tareas de la actividad	91
Tabla 3.15	Tareas de la actividad	97
Tabla 3.16	Tareas de la actividad	116
Tabla 3.17	Tareas de la actividad	119
Tabla 3.18	Tareas de la actividad	123
Tabla 3.19	Tareas de la actividad	128
Tabla 3.20	Tareas de la actividad	132
Tabla 3.21	Tareas de la actividad	136
Tabla 4.1	Enfoque de la solución a los problemas con evidencias	152

Tabla 4.2	Objetivos alineados con su estrategia de investigación para su validación.....	153
Tabla 4.3	Variables de las encuestas.....	160
Tabla 4.4	Variables dependientes del experimento	162
Tabla 4.5	Variables independientes del experimento	164
Tabla 4.6	Resultados de las variables independientes del experimento.....	165
Tabla 4.7.	Resultados de las variables dependientes del experimento.....	185

Índice de Figuras

Figura 2.1	Propuestas actuales para el apoyo a la gestión estratégica en las Organizaciones de Ingeniería del Software.....	13
Figura 2.2	Constructor de medición de la norma ISO/IEC 15939.....	25
Figura 2.3	Plantilla indicador de BSC&GQM con las practicas CMMI del área de proceso de medición y análisis.....	25
Figura 2.4	Ilustración de las actividades de PSM.....	32
Figura 2.5	Mecanismo de selección de PSM para medidas.....	35
Figura 2.6	Ejemplo de constructor de medición de PSM e ISO 15939.....	36
Figura 2.7	Ilustración de la propuesta BSC&GQ[I]M.....	40
Figura 2.8	Trazado de las prácticas del área de proceso MA-CMMI en la plantilla indicador.....	43
Figura 2.9	Ilustración del modelo conceptual de ABCM.....	45
Figura 2.10	Ejemplo de asignación de costes directo e indirectos a los productos según autores de ABCM.....	46
Figura 3.1	Procesos de BOQM: diagrama del flujo de actividades.....	50
Figura 3.2	Productos de entrada fuera del alcance del proceso BOQM.....	52
Figura 3.3	Organigrama de BOQM.....	54
Figura 3.4	Organigrama de roles asignados a una SEO.....	55
Figura 3.5	Procesos del método BOQM.....	62
Figura 3.6	Proceso A1. Análisis del contexto interno y externo: entradas, salidas y roles.....	63
Figura 3.7	Proceso A1. Análisis del contexto interno y externo: diagrama de actividades.....	64
Figura 3.8	Tarea A1.1.1. Obtener el contrato del proyecto de medición: entradas, salidas y roles.....	65
Figura 3.9	Tarea A1.2.1. Evaluar las capacidades del personal: entradas, salidas y roles.....	67
Figura 3.10	Tarea A1.2.2. Asignar roles BOQM: entradas, salidas y roles.....	69
Figura 3.11	Tarea A1.2.3. Entrenar al equipo de mando y al ejecutor: entradas, salidas y roles.....	70
Figura 3.12	Tarea A1.2.4. Entrenar al equipo de medición: entradas, salidas y roles.....	71

Figura 3.13 Tarea A1.3.1. Identificar los puntos fuertes y débiles del mercado e industria actual: entradas, salidas y roles.....	74
Figura 3.14 Tarea A1.3.2. Identificar los puntos fuertes y débiles de las experiencias SPI: entradas, salidas y roles.....	75
Figura 3.15 Tarea A1.3.3. Identificar los puntos fuertes y débiles del uso de la tecnología.....	77
Figura 3.16 Confirmar los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo: entradas, salidas y roles.....	78
Figura 3.17 Proceso D2. Diseño de la estrategia: entradas, salidas y roles.....	80
Figura 3.18 Proceso D2. Diseño de la estrategia: diagrama de actividades.....	81
Figura 3.19 Tarea D2.1.1. Definir la misión y visión.....	82
Figura 3.20 Tarea D2.2.1. Definir los objetivos estratégicos: entradas, salidas y roles.....	84
Figura 3.21 Tarea D2.3.1. Analizar e identificar las vulnerabilidades: entradas, salidas y roles.....	86
Figura 3.22 Tarea D2.3.2. Alinear las vulnerabilidades con los puntos fuertes: entradas, salidas y roles.....	88
Figura 3.23 Tarea D2.3.3. Definir el modelo operativo por cada OE.....	89
Figura 3.24 Tarea D2.4.1. Dividir los objetivos estratégicos en piezas medibles: entradas, salidas y roles.....	91
Figura 3.25 Tarea D2.4.2. Derivar los objetivos de mejora de los OEs utilizando las piezas medibles: entradas, salidas y roles.....	93
Figura 3.26 Tarea D2.4.3. Identificar las fases o procesos de cada OM para recoger datos medibles: entradas, salidas y roles.....	94
Figura 3.27 Tarea D2.4.4. Priorizar de objetivos de mejora y definir los periodos de reporte del BSC: entradas, salidas y roles.....	95
Figura 3.28 Tarea D2.5.1. Trazar los objetivos de mejora dentro de las categorías de información: entradas, salidas y roles.....	98
Figura 3.29 Constructor de medición.....	99
Figura 3.30 Tarea D2.5.2. Identificar los conceptos de medición de las categorías de información: entradas, salidas y roles.....	100
Figura 3.31 Tarea D2.5.3. Establecer las posibles medidas base o derivadas por cada concepto medible: entradas, salidas y roles.....	101

Figura 3.32 Tarea D2.5.4. Determinar el nombre del indicador: entradas, salidas y roles.....	103
Figura 3.33 Tarea D2.5.5. Proveer de una interpretación al indicador para el objetivo de mejora: entradas, salidas y roles.....	104
Figura 3.34 Tarea D2.5.6. Definir al usuario de cada constructor de medición: entradas, salidas y roles..	105
Figura 3.35 Por cada medida derivada o base definir el recurso para obtener los datos: entradas, salidas y roles.....	106
Figura 3.36 Tarea D2.5.8. Por cada recurso, definir el procedimiento de recogida y almacenamiento: entradas, salidas y roles.....	107
Figura 3.37 Tarea D2.5.9. Detallar los elementos de cada medida base: entradas, salidas y roles.....	108
Figura 3.38 Tarea D2.5.10. Con las medidas base definir las formulas de las medidas derivadas: entradas, salidas y roles.....	110
Figura 3.39 Tarea D2.5.11. Establecer el criterio de decisión: entradas, salidas y roles.....	111
Figura 3.40 Tarea D2.5.12. Obtener las relaciones causa-efecto entre constructores de medición: entradas, salidas y roles.....	113
Figura 3.41 Tarea D2.5.13. Completar las observaciones y dar el visto bueno a los CMs: entradas, salidas y roles.....	114
Figura 3.42 Tarea D2.6.1- Re-priorizar los OMs en base a las relaciones causa-efecto entre los CMs: entradas, salidas y roles.....	116
Figura 3.43 Proceso I3. Implementación de la estrategia: entradas, salidas y roles.....	118
Figura 3.44 Proceso I3. Implementación de la estrategia: diagrama de actividades.....	119
Figura 3.45 Tarea I3.1.1. Establecer el compromiso de implementación con el personal.....	120
Figura 3.46 Tarea I3.1.2. Entregar todas las LV de los modelos operativos a sus responsables.....	121
Figura 3.47 Tarea I3.2.1. Recoger los datos de medición de los recursos electrónicos o de los documentos físicos: entradas, salidas y roles.....	123
Figura 3.48 Tarea I3.2.2. Actualizar el repositorio de medición con los datos recogidos: entradas, salidas y roles.....	124
Figura 3.49 Proceso ACE4. Análisis, control y evaluación de la información: entradas, salidas y roles....	126
Figura 3.50 Proceso ACE4. Análisis, Control y Evaluación de la información: diagrama de actividades..	127
Figura 3.51 Tarea ACE4.1.1. Por cada CM, actualizar su modelo de análisis, el valor de la unidad de medida a comparar y el criterio de decisión: entradas, salidas, roles.....	129

Figura 3.52 Tarea ACE4.1.2. Crear o Actualizar el reporte del BSC con los estados de los OEs, OMs y CMs: entradas, salidas y roles.....	130
Figura 3.53 Tarea ACE4.2.1. Gestionar y responder las peticiones de información de todos los usuarios de medición: entradas, salidas y roles.....	132
Figura 3.54 Tarea ACE4.2.2. Enviar los constructores de medición a sus usuarios de medición: entradas, salidas y roles.....	133
Figura 3.55 Tarea ACE4.2.3. Enviar el BSC al mando directivo y táctico: entradas, salidas y roles.....	134
Figura 3.56 Tarea ACE4.3.1. Enviar la encuesta de usabilidad y contenido a los usuarios de medición: entradas, salidas y roles.....	137
Figura 3.57 Tarea ACE4.3.2. Construir un indicador de rendimiento de coste y programa: entradas, salidas y roles.....	138
Figura 3.58 Tarea ACE4.3.3. Construir el indicador de satisfacción del usuario de medición: entradas, salidas y roles.....	139
Figura 3.59 Tarea ACE4.3.4. Fijar las mejoras para el proceso BOQM y los indicadores: entradas, salidas y roles.....	140
Figura 3.60 Parte del Modelo de Análisis de BOQM.....	144
Figura 3.61 Procedimiento de recogida: Diagrama de actividades UML.....	147
Figura 3.62 Procedimiento de almacenamiento: Diagrama de actividades UML.....	148
Figura 4.1 Caso de estudio con observaciones y entrevistas: proceso de la experimentación.....	155
Figura 4.2 Experimento controlado con observaciones y encuestas: proceso de la experimentación.....	159
Figura 4.3 Selección del método por equipo: equipo, sujetos y método.....	164
Figura 4.4 Encuesta (Parte I).....	168
Figura 4.5 Encuesta (Parte II).....	169
Figura 4.6 Instrumentación del experimento docente.....	172
Figura 4.7 Modelo para el análisis de la estrategia de la empresa.....	175
Figura 4.8 Resultados de la encuesta: categoría de comprensión.....	182
Figura 4.9 Resultados de la encuesta: categoría de utilidad.....	184

Lista de Abreviaturas

ABC	A ctividad B asada en C ostes
ABCM	A ctividad B asada en C ostes, C uadro de M ando I ntegral y M odelo de M adurez de C apacidad
AM	A nalista de M edición
BM	B ibliotecario de M edición
BOQM	B alanced O bjective- Q uestions M ethod (Método de objetivo-preguntas balanceado)
BSC	B alanced S core C ard (CMI, Cuadro de Mando Integral)
BSC&GQM	B alanced S core C ard & G oal- Q uestion [indicator]- M easure (Cuadro de Mando Integral y Objetivo-Pregunta-indicadores-medidas)
CEO	C hief E xecutive O fficer (Director Ejecutivo)
CIO	C hief I nformation O fficer (Director de TI)
CM	C onstructor de M edición
CMI	C uadro de M ando I ntegral (BSC, Balanced Scorecard)
CMMI	C apability M aturity M odel I ntegrated (Modelo de madurez de capacidad integrado)
COBIT	C ontrol O bjectives for I nformation and related T echnology (Objetivos de control para la información y tecnologías relacionadas)
CTO	C hief T echnical O fficer (Director técnico)
DAFO	A nálisis de D ebilidades, A menazas, F ortalezas, y O portunidades
E	E jecutor
EI	E quipo de I mplementación
EMa	E quipo de M ando
EMe	E quipo de M edición
GQM+Strategies	G oal- Q uestion- M etric + S trategies (Objetivo-Pregunta-Métrica + Estrategias)
ISO	I nternational O rganization for S tandardization (Organización internacional para la estandarización)
ITIG	I T G overnance I nstitute (Instituto de Administración de las Tecnologías de la Información)
ITIL	I nformation T echnology I nfrastructure L ibrary (Biblioteca de infraestructura de tecnologías de información)
JMP	J oint M easurement P roject (Acuerdo del proyecto de medición)
KBS	K anji's B alanced S corecard (El cuadro de mando de Kanji)
L	L íder
M	M iembro
MD	M ando D irectivo
MO	M ando O perativo
MPP	M edición de P roductos y P rocesos
MPS	M ejora de P rocesos de S oftware
MT	M ando T áctico
OE	O bjectivo E stratégico
OM	O bjectivo de M ejora
OMG	O bject M anagement G roup (Grupo de gestión de objetos)
PEST	A nálisis de factores P olíticos, E conómicos, S ocio-culturales y T ecnológicos
PPM	P ropietario del P roceso de M edición
PSM	P ractical S oftware M easurement (Medición práctica del software)

PSP	P ersonal S oftware P rocess (Proceso del software personal)
QA	Q uality A ssurance (Aseguramiento de la calidad)
SCAMPI	S tandard C MMI A ppraisal M ethod for P rocess I mprovement (Método de evaluación estándar del CMMI para la mejora del proceso)
SDP	S oftware D evelopment P rocess (Proceso del desarrollo de software)
SEI	S oftware E ngineering I nstitute (Instituto de ingeniería del software)
SEL-UC3M	S oftware E ngineering L ab - U niversidad C arlos III de M adrid
SEO	S oftware E ngineering O rganization (OIS, Organización de Ingeniería del Software)
SPEM	S oftware P rocess E ngineering M eta-Model (Meta-modelo para la ingeniería del proceso software)
SPI	S oftware P rocess I mprovement (Mejora del proceso de software)
TI	T ecnologías de I nformación
TIC	T ecnologías de la I nformación y de la C omunicación
TSP	T eam S oftware P rocess (Proceso del software en equipo)

Capítulo I

Introducción

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Contexto	2
1.2	Definición del problema y motivación	4
1.3	Objetivos de investigación	6
1.4	Aportaciones a la investigación	7
1.5	Estructura de la tesis doctoral	10

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

En la actualidad, la competitividad es un factor clave para asegurar la supervivencia de las empresas (Humphrey 2001; Jaafari 2000; Mehra 2004), en donde interviene la capacidad de generar productos y/o servicios de mayor calidad y ofrecer una mayor satisfacción al cliente, todo con el menor coste posible. Las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) son elementos esenciales que contribuyen a mejorar la competitividad de las empresas (Boehm 2003; Humphrey 2001; Halkos and Tzeremes 2007; Kuppusamy 2008; Kamel et al. 2009). Las TIC son el paraguas que da cobertura a todas las tecnologías avanzadas en la manipulación y comunicación de la información. He aquí donde radica su importancia, en la gestión efectiva de la información. Por consiguiente, muchas empresas están utilizando diferentes modelos organizativos para obtener los productos / servicios TIC (Feuerlicht and Voříšek 2003; Voříšek and Dunn 2001). Las alternativas más comunes son:

- La creación y gestión de organizaciones internas para el desarrollo de aplicaciones de software y provisión de servicios requeridos por la empresa.
- La subcontratación del desarrollo del software y provisión de servicios TIC a empresas proveedoras de soluciones TIC.

Actualmente, ya se reconoce a la **gestión estratégica** como una disciplina que permite a las empresas asegurar sus objetivos de una forma competitiva (Asgarkhani 2006; Card 2003; Fahey 2007). La gestión estratégica es definida en (Kaplan and Norton 2005) como *“la consecución de la estrategia en tres procesos de alto nivel: formulación de la estrategia, conducción de la ejecución de la estrategia, y la conducción del cambio al aprendizaje de la estrategia, y el ciclo regresa a la formulación”*. Mediante este proceso se espera lograr alcanzar un estado futuro, este estado futuro se puede interpretar en objetivos de negocio, así que para asegurar estos objetivos se tiene que idear la mejor estrategia posible. A pesar de la contribución de la gestión estratégica a la competitividad, se ha encontrado que en el 63% de los casos, que el rol de las unidades TIC en cuanto a la gestión estratégica de las empresas solo está limitado a soporte técnico y operativo, es por ello que el personal de estas unidades TIC no son consientes

de su aportación a la estrategia de la organización, y no es posible alinear sus actividades con la estrategia (Asgarkhani 2006).

Por otro lado, la **ingeniería del software** ha favorecido la introducción de las TIC, la gestión efectiva y mejora de los procesos internos en las organizaciones de provisión de servicio y desarrollo de software (**SEO**, Software Engineering Organization, Organización de Ingeniería del Software, en adelante) ha contribuido a la mejora de este tipo de organizaciones en el mercado de las TIC (Biró and Tully 1999; Asgarkhani 2006; Debou 2000). La ingeniería del software es definida en (Abran et al. 2004) como *“la aplicación una aproximación sistemática, disciplinada, y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento del software”*. Muchos casos de estudio (Gibson 2006) demuestran que las empresas de desarrollo de software han tenido éxito adoptado modelos de **mejora del proceso de software** (**SPI**, Software Process Improvement); tales como, el modelo de madurez de capacidad integrado (CMMI, Capability Maturity Model Integrated), estos modelos ofrecen una integración entre tecnología, personas y procesos para su gestión efectiva. Actualmente la mejora del proceso software se ha convertido en la disciplina que puede ofrecer una mayor competitividad frente a otras organizaciones, otorgando una mayor calidad, mayor fiabilidad sobre los productos software, y más satisfacción en los clientes y empleados (Mathiassen et al. 2005).

Es por ello que la alineación de iniciativas SPI y esfuerzos con los principios y técnicas de la gestión estratégica es la base para gestionar y controlar los costes y calidad en una SEO.

Finalmente, para una efectiva gestión de la SEO, es necesario integrar a la **medición de productos y procesos de software**. Para dicha integración se necesita establecer un proceso de medición para controlar cuantitativamente la calidad y coste de los procesos internos y de los productos de software generados o servicios adheridos a estos productos (Issac et al. 2006; Fenton and Pfleeger 1998; Brodman and Johnson 1995; Card 2003; Dyba 2000). Según la norma ISO 15939 (ISO 2007) un proceso de medición se define como *“Un proceso para establecer, planificar, ejecutar, y evaluar la medición dentro de toda una estructura de medición del proyecto, empresa u organización”*. La medición es aún más necesaria si estos programas de medición están enfocados a asegurar altos niveles en modelos de software como el CMMI (Nivel 4 y 5) (Kojima et al. 2007).

1.2 Definición del problema y motivación

En esta sección se trata de identificar el problema de investigación mediante el análisis de las dificultades y necesidades encontradas en la reciente literatura dentro del contexto de la gestión estratégica, mejora del proceso software y la medición de productos y procesos de software. Durante este análisis se buscaron factores que pueden afectar directa o indirectamente a la competitividad de la SEO.

La medición no siempre trae consigo resultados positivos, ya que es según la experiencia de investigadores en varias empresas, *es difícil diseñar un plan de medición para una efectiva toma de decisiones* (Mathiassen et al. 2005). Además, otros investigadores (Basili et al. 2007) subrayan que los objetivos de medición deben estar unidos a los objetivos de alto nivel (objetivos de negocio), además afirma que esta unión es importante ya que ayuda a justificar los esfuerzos de medición de software y permite que los datos de medición contribuyan a las decisiones de alto nivel. Es por ello que es necesaria que la *información de medición este alineada a los objetivos de negocio para una efectiva toma de decisiones*. En base a estas aseveraciones se puede decir que **si no se alinean los programas de medición con los objetivos de negocios, se puede incitar a una mala toma de decisiones**.

Cabe destacar que actualmente existe una necesidad de *proliferar el conocimiento de la estrategia en los roles de las unidades de TIC*. Se ha encontrado que en el 63% de los casos, el rol de las unidades TIC en cuanto a la gestión estratégica de las empresas solo está limitado a soporte técnico y operativo sin alinear las actividades de estas unidades con la estrategia o, incluso, tener alguna influencia en la definición de la estrategia de la organización (Asgarkhani 2006). También existe otro factor que incrementa aún más la buena gestión del negocio para las TIC, ya que es difícil *relacionar la estandarización del desarrollo software con la estrategia de negocio*. En un estudio (Laporte et al. 2008) se muestra que una gran variedad de empresas alrededor del mundo encuentran difícil relacionar las normas ISO (ej. ISO 12207) a sus necesidades de negocios y en cómo justificar la aplicación de las normas a sus prácticas de negocio.

Desde la perspectiva de la implementación de las iniciativas SPI, la medición toma un papel primordial para el éxito de la estrategia. En un estudio se demuestra que es difícil *obtener datos e información de calidad de las mediciones para controlar los esfuerzos SPI hacia el cumplimiento de los objetivos y los efectos de sus acciones en una*

organización de software (DYBA 2005). Además, Durante la definición de un programa de medición es esencial la *participación y compromiso del personal de la organización de software* (CEO, gestores de proyectos, gestores de cartera, ingenieros de software, etc.) *en la implementación de la iniciativa SPI* con sus diferentes competencias, perfiles y niveles profesionales, aún si se genera y utiliza información y conocimiento de diferentes tipos (Abrahamsson 2001). Es por estas razones que se puede decir lo siguiente, **si no se alinea el desarrollo de software con la estrategia de negocio de una forma adecuada mediante la medición con la integración de roles en la SEO, y se estandariza el proceso de medición para obtener datos de calidad orientados a quienes toman decisiones, no se podrán controlar los esfuerzos SPI adecuadamente hacia el cumplimiento de los objetivos de negocio.**

A persa de que existe un método (ABCM) con un *caso real que integra un mecanismo para la gestión estratégica, implementa una iniciativa SPI y una técnica de medición de costes, este presento una pérdida de ingresos* (Tuan et al. 2006). El modelo ABCM fue utilizado reducir el costo de los planes tácticos con la aproximación de medición ABC (Activity based costing, Actividad Basada en Costes) y definieron estrategias de acción sobre objetivos estratégicos en un Cuadro de Mando, además utilizaron las perspectivas de aprendizaje y crecimiento, y proceso interno del BSC para implementar y evaluar el CMM. Los autores aplicaron este modelo en el sector gubernamental para reducir el coste de los planes tácticos del proceso de desarrollo software, sin embargo del año 1996 al 2000 los costes aumentaron de \$156,000 dólares a \$196,000 dólares, esto les llevo a plantear un cambio del rol de ABC por asignar costes a las políticas de desarrollo software. Cabe a este caso, muchos autores creen *necesario definir un buen programa de medición para controlar cuantitativamente la calidad y costes de los procesos internos y los productos de software generados o los servicios otorgados por el uso de estos productos* (Issac et al. 2006; Fenton and Pfleeger 1998; Brodman and Johnson 1995; Card 2003; Dyba 2000). Es aún más importante si estos programas de medición están dirigidos a cumplir altos niveles de modelos de software como el CMMI (Nivel 4 y 5) (Kojima et al. 2007). En base a estas aserciones se puede decir lo siguiente, **si no se integran efectivamente las prácticas de la gestión estratégica, mejora del proceso software y medición, no se logrará controlar cuantitativamente la calidad y costes de los procesos internos y los productos de software generados o los servicios**

otorgados por el uso de estos productos, ocasionando con esto hasta pérdida de ingresos en la implementación de una iniciativa SPI.

En conclusión, esta pérdida de integración entre la gestión estratégica, mejora del proceso software y medición puede resultar en pérdida de ingresos en la implementación de una iniciativa SPI, que no se logre controlar los esfuerzos SPI adecuadamente hacia el cumplimiento de los objetivos de negocio, y además, se puede incitar a una mala toma de decisiones. Esta problemática esta directa e indirectamente relacionada a la competitividad de la SEO.

De manera que el **problema** a tratar en esta investigación es la ***integración efectiva de la gestión estratégica, la mejora del proceso y la medición para gestionar eficientemente la competitividad de las SEOs.***

Con la solución del problema de investigación, una SEO puede aspirar a los siguientes beneficios:

- Controlar cuantitativamente la calidad y costes de los procesos internos y los productos de software generados o los servicios otorgados por el uso de estos productos
- Controlar la estrategia de la SEO, incrementando las sinergias entre el personal envuelto en la distribución del conocimiento cuantitativo y cualitativo a todos los niveles de la organización para una buena toma de decisiones y dirigir los esfuerzos SPI adecuadamente hacia el cumplimiento de los objetivos de negocio.
- El personal envuelto aprenderá a como contribuir con el proceso de medición de una forma más sencilla y eficiente, mejorando la experiencia profesional y la consolidación y desarrollo de experiencias compartidas y conocimiento relacionado al programa de medición

1.3 Objetivos de investigación

En base a las dificultades, necesidades y el problema encontrados en esta investigación, el objetivo general que se pretende satisfacer con la realización de la tesis doctoral es:

Definir, soportar, y validar un método formalizado que integre prácticas de gestión estratégica, mejora del proceso software y medición.

De este objetivo general se lograron definir tres objetivos específicos:

Objetivo 1. *Definir un método formalizado que integre prácticas de gestión estratégica, mejora del proceso software y medición.* Para dar solución a este objetivo se realizó un estudio de las propuestas dentro de las áreas de gestión estratégica, mejora del proceso software, y medición, de dicho estudio se recogieron las mejores prácticas que aporten a la integración de estas tres áreas. Además, se procuró diseñar un método con la filosofía de procesos (proceso-actividad-tarea-roles) integrando dichas prácticas.

Objetivo 2. *Validar que el método es más fácil de usar frente a otras propuestas de medición.* Se interpreta como una comparación de los resultados de aplicar el método frente a otras propuestas de medición, y con ello comprobar la facilidad del método frente a las otras.

1.4 Aportaciones a la investigación

En esta tesis fueron citadas las dificultades y necesidades en la literatura actual en la sección 1.2 durante la definición del problema de investigación. Un resumen de las mismas se muestra en la tabla 1.1. Ante dichas aserciones, esta investigación pretende dar solución de integración de la gestión estratégica, mejora del proceso y medición, contribuyendo con las dificultades y necesidades encontradas en la literatura actual dentro del contexto de investigación. A continuación, se mencionan las aportaciones que ofrece la *propuesta investigación* con sus correspondientes dificultades y necesidades cubiertas.

Tabla 1.1 Dificultades y necesidades encontradas en la literatura actual dentro del contexto de investigación

Dificultad	Necesidad
D1. Es difícil diseñar un plan de medición para una efectiva toma de decisiones (Mathiassen et al. 2005)	N1. Es necesaria que la información de medición este alineada a los objetivos de negocio para una efectiva toma de decisiones (Basili et al. 2007)
D2. Es difícil relacionar la estandarización del desarrollo software con la estrategia de negocio (Laporte et al. 2008)	N2. Durante la definición de un programa de medición es esencial la participación y compromiso del personal de la organización de software (CEO, gestores de proyectos, gestores de cartera, ingenieros de software, etc.) en la implementación de la iniciativa SPI con sus diferentes competencias, perfiles y niveles profesionales, aún si se genera y utiliza información y conocimiento de diferentes tipos (Abrahamsson 2001)
D3. Es difícil obtener datos e información de calidad de las mediciones para controlar los esfuerzos SPI hacia el cumplimiento de los objetivos y los efectos de sus acciones en una organización de software (DYBA 2005)	N3. Necesidad de proliferar el conocimiento de la estrategia en los roles de las unidades de TIC (Asgarkhani 2006)
D4. A pesar de que existe un método con un caso real que integra un mecanismo para la gestión estratégica, implementa una iniciativa SPI y una técnica de medición de costes, este presenta una pérdida de ingresos (Tuan et al. 2006). Por consiguiente, es difícil integrar efectivamente la gestión estratégica, mejora del proceso y medición.	N4. Es necesario definir un buen programa de medición para controlar cuantitativamente la calidad y costes de los procesos internos y los productos de software generados o los servicios otorgados por el uso de estos productos (Issac et al. 2006; Fenton and Pfleeger 1998; Brodman and Johnson 1995; Card 2003; Dyba 2000). Es aún más importante si estos programas de medición están dirigidos a cumplir altos niveles de modelos de software como el CMMI (Nivel 4 y 5) (Kojima et al. 2007)

- Una de las principales portaciones de la propuesta es que se puede diseñar e implementar una estrategia con valores cuantitativos y cualitativos, alineando los objetivos estratégicos (objetivos de negocio) con los objetivos de mejora (SPI), y estos mismos objetivos de mejora con indicadores orientados a quienes toman decisiones. De esta forma, se puede incitar a una buena toma de decisiones, cubriendo con ello la **D1** y **N1** de la tabla 1.1.
- La propuesta no solo alinea la medición con la estrategia de negocio, sino que también integra roles dentro del proceso de medición y el proceso de la gestión estratégica, estos roles fueron diseñados cuidadosamente para establecer una buena sinergia entre ellos, de tal forma que estos intervengan en la estandarización de un proceso de medición según la norma ISO/IEC 15939 (ISO 2007) y en el diseño e implementación de una estrategia desde el punto de vista de los tres niveles de una organización: nivel directivo, gerencial y operativo. Además, los roles fueron diseñados de tal forma que trabajasen con la filosofía de procesos, en la que un proceso contiene actividades, a su vez esta tiene tareas,

y cada tarea tiene sus roles y técnicas para ejecutarla con sus productos de entrada y salida. Esta aportación ayuda a controlar los esfuerzos SPI adecuadamente hacia el cumplimiento de los objetivos de negocio, cubriendo con ello las **N3, D2, D3, N2** de la tabla 1.1.

- Por último, la propuesta fomenta la integración de la gestión estratégica, mejora del proceso y medición mediante el uso a iteración de tres propuestas maduras: el cuadro de mando integral (**BSC**, Balanced Scorecard)(Kaplan and Norton 2006), la medición práctica del software (**PSM**, Practical Software Measurement) y la técnica Objetivo-Pregunta-Métrica (**GQM**, Goal Question Metric) (Basili and Weiss 1984, Basili et al. 1994). El BSC ayuda a controlar la estrategia mediante indicadores desde sus cuatro perspectivas (financiera, interna, cliente, innovación y crecimiento). El GQM ayuda a justificar la información de medición de cada objetivo a través de la interpretación de las preguntas con sus indicadores. Y finalmente, PSM aporta a la definición de indicadores con su *mecanismo de definición de indicadores* (categoría de información/concepto medible/medida), además de proporcionar un modelo de análisis de causa y efecto entre los indicadores de gran utilidad para conocer el origen de algún fallo en un programa de medición. Estas tres propuestas han sido mejorados y adaptados en la propuesta de la presente investigación con el fin de controlar estratégicamente y cuantitativamente la calidad y costes de los procesos internos y los productos de software generados o los servicios otorgados por el uso de estos productos. Dentro de estas mejoras, se puede destacar la mejora del proceso de almacenamiento y recogida de información medible de productos generados por iniciativas SPI, es decir, un indicador tiene que obtener datos medibles de un producto generado de un área de proceso y/o una fase de desarrollo de software. Estas aportaciones pueden ayudar a evitar pérdidas de ingresos, a mejorar la calidad de productos y servicios, y a integrar efectivamente la medición con las iniciativas SPI, cubriendo con ello las **D4** y **N4** de la tabla 1.1.

1.5 Estructura de la tesis doctoral

Esta memoria se ha estructurado en seis capítulos que se describen a continuación de una forma abstracta.

- **Capítulo I. Introducción.** Es el capítulo actual, en el que se presenta primeramente el contexto de la investigación. Después se define el problema en base a la problemática actual dentro del contexto, y se recoge la motivación. Se exponen los objetivos de investigación y por último se detallan las aportaciones a la investigación en base a las dificultades y necesidades encontradas en la literatura.
- **Capítulo II. Estado del Arte.** Se presenta el estado de la cuestión con las propuestas que puedan ayudar a definir e implementar una estrategia medible dentro del marco del proceso de la gestión estratégica para las organizaciones intensivas de software.
- **Capítulo III. Metodología propuesta.** Se describe la metodología propuesta, sus objetivos, su alcance y su arquitectura basada en la filosofía de procesos, además se detallan las técnicas y mecanismos que hacen posible la consumación del método.
- **Capítulo VI. Experimentación.** Se muestran las estrategias de investigación para validar los objetivos de la experimentación. La primera estrategia, es un caso de estudio en un entorno real, llevada a cabo mediante observaciones y entrevistas. La segunda estrategia, es el caso del experimento controlado en un entorno docente, las técnicas utilizadas fueron un experimento controlado, la observación y encuestas.
- **Capítulo V. Conclusiones y futuras líneas de investigación.** En este último capítulo se muestran las conclusiones de la presente tesis doctoral y las posibles líneas futuras en relación a la propuesta de la investigación.

Capítulo II

Estado del arte

2.	ESTADO DEL ARTE	12
2.1	Proceso de la gestión estratégica adaptado a las Organizaciones de Ingeniería del Software.....	12
2.1.1	Análisis del entorno	14
2.1.2	Formulación de la estrategia.....	20
2.1.3	Implementación de la estrategia	23
2.1.4	Análisis y control de la implementación	24
2.2	Análisis de las propuestas relevantes a la solución del problema	28
2.3	Descripción de las propuestas relevantes a la solución del problema	31
2.3.1	Medición Práctica del Software (PSM).....	31
2.3.2	Cuadro de Mando Integral y Objetivo-Pregunta-Indicadores-Medición (BSC&GQ[I]M)	39
2.3.3	Actividad Basada en Costes, Cuadro de Mando Integral y Modelo de Madurez de Capacidad (ABCM)	44
2.4	Conclusiones.....	47

2. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se realiza una revisión de la literatura en relación con problema de investigación, después se describe el análisis resultante del estado del arte para seleccionar las propuestas con suficientes aportaciones a la solución del problema.

2.1 Proceso de la gestión estratégica adaptado a las Organizaciones de Ingeniería del Software

En esta sección todas las propuestas están encasilladas en el proceso de la gestión estratégica para la organización de software. Este proceso fue adaptado de una forma lógica en base a los estudios de diversos autores como se describe a continuación.

Lamb define a la gestión estratégica como *Un proceso que evalúan y controla los negocios y las industrias en el cual la compañía está involucrada; evalúa a sus competidores y fija objetivos y estrategias para hacer frente a todos los competidores existentes y potenciales; y entonces re-evaluar cada estrategia regularmente para determinar cómo esta ha sido implementada y si ha sido exitosa o necesita ser reemplazada por una nueva estrategia para responder a un cambio de circunstancias, nuevas tecnologías, nuevos competidores, un nuevo entorno económico, o un nuevo ambiente social, financiero o político* (Lamb 2008).

La estrategia de negocio se refiere a las estrategias agregadas a un solo negocio (Porter 1991; Porter 1985). Según con Michael Porter, una empresa debe formular una estrategia de negocio que incorpore el liderazgo en costes, diferenciación o un enfoque para asegurar una ventaja competitiva sostenible y éxito a largo plazo en sus ámbitos o industrias elegidos.

En el caso de las Organizaciones de Ingeniería del Software (**SEO**, Software Engineering Organizations), los elementos de la estrategia están más relacionados con los niveles funcionales, en donde se pueden encontrar varios cuellos de botella, como la falta de gestión del compromiso, un lento impacto sobre los proyectos, y una falta de habilidades de gestión del software (Debou 2000). En consecuencia, una organización de software intenta hacer su parte en cumplir con la estrategia de negocio en su totalidad, pero es difícil saber como el rendimiento de la SEO contribuye con la

implementación de la estrategia de negocio (Goldenson and Herbsleb 1995; Herbsleb and Goldenson 1996).

Ahora bien, desde otro punto de vista más procedimental, se ve a la gestión estratégica como a la consecución de la estrategia en tres procesos de alto nivel: formulación de la estrategia, conducción de la ejecución de la estrategia, y la conducción del cambio al aprendizaje de la estrategia, cual el ciclo regresa a la formulación (Kaplan and Norton 2005; Porter 1991).

En el caso de las organizaciones de software, en la gestión estratégica, es necesario añadir otro sub-proceso llamado *análisis del entorno*, antes de la formulación de la estrategia. Esto es necesario ya que las organizaciones necesitan ser proactivas ante otras organizaciones competitivas, identificando todas las vulnerabilidades internas y externas (Fahey 2007). Es también importante para conocer las capacidades de la organización y el ambiente del mercado antes de crear una estrategia. También, es necesario añadir un *análisis y control cuantitativo* sobre los productos y procesos de software alineados con los objetivos de negocio para justificar los esfuerzos de medición de software y permitir que los datos de medición contribuyan a las decisiones de alto nivel (Basili et al. 2007).

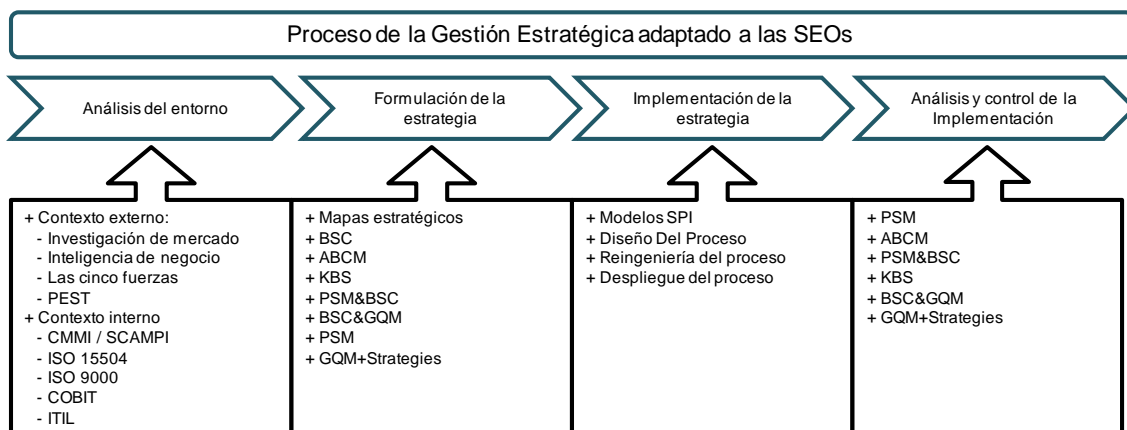


Figura 2.1 – Propuestas actuales para el apoyo a la gestión estratégica en las Organizaciones de Ingeniería del Software

A partir de estas agregaciones, se creó un nuevo proceso para la gestión estrategia compuesto de cuatro sub-procesos adaptados a las SEOs. En la figura 2.1 se muestra este nuevo proceso con las propuestas actuales para el apoyo a la gestión estratégica en las organizaciones de software, cual se describe a continuación.

2.1.1 Análisis del entorno

El propósito de este sub-proceso de la gestión estratégica es analizar la situación actual de la organización de software en el ambiente actual en el que opera. Un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, y Oportunidades) (Piercy and Giles 1989; Kahraman et al. 2007) es la herramienta más común para evaluar el estado actual de una organización e identificar la información requerida para formular o cambiar la estrategia de negocio, se trata de estudiar la situación competitiva de una empresa en su mercado y de las características internas de la misma, y sus implicaciones con sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. No obstante, en el contexto de la organización de software, un análisis del entorno requiere de atención para dos diferentes perspectivas:

Contexto externo

Un análisis externo se centra sobre una evaluación de competidores, principalmente en el micro-ambiente, pero también considerando el macro-ambiente. Este tipo de análisis se le llama análisis del contexto externo. La SEO utiliza algunas técnicas para este tipo de análisis, los más representativos son:

- La ***investigación de mercado*** que graba y analiza datos e información acerca de los clientes, competidores y el mercado. Con esta información una organización es capaz de segmentar la población interesada en comprar sus productos o servicios (Gilmore and Pine 1997; Belk 2007).
- ***Inteligencia de negocio*** (Watson and Wixom 2007) que refiere a dotes, tecnologías, aplicaciones y prácticas utilizadas para ayudar al negocio a adquirir un mayor entendimiento de su contexto comercial. Principalmente, esta información puede ser de utilidad a la estrategia de negocio mediante la recogida de información relevante al proceso de toma de decisiones. Es por ello que dichos autores mencionan que solo cuando los usuarios y aplicaciones acceden a los datos y los usan para tomar decisiones es cuando la organización se percata del gran valor de su bodega de datos. La información de la inteligencia de negocios pueden ser reportes, consultas, análisis predictivo, etc.
- ***Las cinco fuerzas de Porter*** (Porter 1979) en el que identifica cinco fuerzas que influyen en una estrategia competitiva de una organización que pueden determinar las consecuencias de rentabilidad a largo plazo de un mercado determinado. Con este análisis es posible determinar una estrategia para crear o

reorientar un producto o un negocio. Un claro uso de las cinco fuerzas de Porter se muestra en un estudio del Instituto de Ingeniería del Software (SEI, Software Engineering Institute) enfocado a la industria del software. Este muestra como determinar la estrategia para crear una nueva línea de producto de software formulando acciones estratégicas por cada fuerza en términos de sentencias específicas (Chastek et al. 2009). A continuación se presenta la descripción de las cinco fuerzas:

1. *Amenaza de entrada de nuevos competidores.* El mercado o el segmento no son atractivos dependiendo de si las barreras de entrada son fáciles o no de franquear por nuevos participantes, que puedan llegar con nuevos recursos y capacidades para apoderarse de una porción del mercado.
2. *Poder de negociación de los proveedores.* Un mercado o segmento del mercado no será atractivo cuando los proveedores estén muy bien organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido. La situación será aún más complicada si los insumos que suministran son claves para nosotros, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. La situación será aún más crítica si al proveedor le conviene estratégicamente integrarse hacia delante.
3. *Poder de negociación de los compradores.* Un mercado o segmento no será atractivo cuando los clientes están muy bien organizados, el producto tiene varios o muchos sustitutos, el producto no es muy diferenciado o es de bajo costo para el cliente, lo que permite que pueda hacer sustituciones por igual o a muy bajo costo. A mayor organización de los compradores, mayores serán sus exigencias en materia de reducción de precios, de mayor calidad y servicios y por consiguiente la corporación tendrá una disminución en los márgenes de utilidad. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente sindicalizarse.
4. *Amenaza de ingreso de productos sustitutos.* Un mercado o segmento no es atractivo si existen productos sustitutos reales o potenciales. La situación se complica si los sustitutos están más avanzados tecnológicamente o pueden entrar a precios más bajos reduciendo los márgenes de utilidad de la corporación y de la industria.

5. *La rivalidad entre los competidores.* Para una corporación será más difícil competir en un mercado o en uno de sus segmentos donde los competidores estén muy bien posicionados, sean muy numerosos y los costos fijos sean altos, pues constantemente estará enfrentada a guerras de precios, campañas publicitarias agresivas, promociones y entrada de nuevos productos.
- **Análisis PEST.** Es una herramienta de negocio para buscar factores externos en la industria desde el macro-ambiente que pueden afectar a los dirigentes de cualquier organización (Peng and Nunes 2007). El análisis PEST es comúnmente usado dentro de un análisis DAFO. Los factores del presente análisis se describen a continuación:
 - Políticos.* Legislación antimonopolio, leyes de protección del medioambiente, políticas impositivas, regulación del comercio exterior, regulación sobre el empleo, promoción de la actividad empresarial, estabilidad gubernamental.
 - Económicos.* Ciclo económico, evolución del PNB (Producto Nacional Bruto), tipos de interés, oferta monetaria, evolución de los precios, tasa de desempleo, ingreso disponible, disponibilidad y distribución de los recursos, nivel de desarrollo.
 - Socio-culturales.* Evolución demográfica, distribución de la renta, movilidad social, cambios en el estilo de vida, actitud consumista, nivel educativo, patrones culturales.
 - Tecnológicos.* Gasto público en investigación, preocupación gubernamental y de industria por la tecnología, grado de obsolescencia, madurez de las tecnologías convencionales, desarrollo de nuevos productos, velocidad de transmisión de la tecnología.

Contexto interno

Un análisis interno consiste en evaluar los elementos de la organización que influyan en la estrategia tal como los procesos, recursos humanos y la situación actual de los sistemas de información. A este tipo de análisis se le conoce como análisis del contexto interno.

Para conocer cómo funciona una SEO, se tiene que llevar a cabo una evaluación integral de los procesos, los recursos humanos y la tecnología de soporte que emplea. Existen

muchas propuestas para este tipo de análisis en las organizaciones de software, tales como las siguientes:

- **SCAMPI** (SEI 2006b) (Método de evaluación del CMMI estándar para la mejora del proceso, Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) es un método de evaluación para CMMI (SEI 2006a), que permite identificar las fortalezas y debilidades de los procesos de la organización de desarrollo de software. es un proceso diseñado y desarrollado por el SEI (Software Engineering Institute) para ofrecer evaluaciones (benchmarks) de calidad con relación al modelo CMMI. SCAMPI ofrece una gran flexibilidad de uso a través de sus tres variantes: clases A, B y C. El método *SCAMPI Clase A* se centra en la “institucionalización”, mediante un riguroso estándar de recogida de datos detallados sobre la implementación de los procesos en la organización; así como de identificación y cobertura de la unidad organizativa. Permite la realización de un “benchmarking” con relación al modelo de referencia y obtener una evaluación del nivel de madurez; así como de los objetivos y áreas de procesos incluidas en el alcance. El método SCAMPI Clase A es el único de la familia de evaluaciones SCAMPI que permite la obtención de una acreditación de nivel de madurez. El método *SCAMPI Clase B* se centra en el “despliegue” o implementación, manteniendo algunos de los requisitos de recogida de datos detallados de la implementación en la organización, pero ofreciendo criterios de muestreo de la organización menos exigentes. Permite validar la implementación de los procesos y prácticas definidas en un ámbito delimitado de la organización, ayudando a estudiar y comprender el posible despliegue de éstas al resto de la organización. El método *SCAMPI Clase C* se centra en el “enfoque” o propuesta de proceso, con requisitos relajados sobre la recogida de datos detallados del nivel de uso en la organización; aunque validando que el enfoque del proceso a implementar o implementado es consistente con los propósitos de las prácticas del modelo de referencia. Permite validar la definición de procesos y prácticas con relación al CMMI, ayudando a ganar confianza y mejorar la alineación de dichos procesos a los requisitos y expectativas del CMMI. Constituye una ligera evaluación de la organización.
- La norma **ISO/IEC 15504** (ISO 2004a) conocida como **SPICE** (mejora del proceso software y determinación de la capacidad, Software Process Improvement and Capability dEtermination) permite una evaluación interna del

proceso de un programa de mejora del procesos para determinar la capacidad de los procesos basándose específicamente en la norma ISO/IEC 12207 (ISO 2004b). La norma ISO/IEC 15504 en modo de *determinación de la capacidad*, permite ayudar a la empresa compradora a determinar la capacidad de un proveedor potencial de aplicaciones de software, de forma que se determinen los riesgos asociados a un resultado satisfactorio de un contrato, desarrollo o servicio. En modo de mejora del proceso, ayuda a la SEO a mejorar sus propios procesos de desarrollo y mantenimiento de software, de forma que se identifiquen las debilidades y las áreas clave a mejorar. En modo de auto valoración, ayuda a la SEO a determinar su capacidad en la implementación de un nuevo proyecto de software.

También existen otros modelos de calidad que han sido aplicados con éxito en una SEO, tales como ISO 9000 (ISO 2008), COBIT (ITGI 2007a; Watson and Wixom 2007) e ITIL (Long 2008). Estos modelos poseen un nivel más alto de gestión sobre una organización, específicamente el nivel corporativo, sin embargo esto modelos son capaces de intervenir o de alinearse con otros modelos o procesos de ingeniería del software.

- **ISO 9000** (ISO 2008). Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los legales y los reglamentarios aplicables al producto y los propios de la organización. Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:
 - a) necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, y
 - b) aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.

- **Objetivos de Control para la información y Tecnologías relacionadas (COBIT, en inglés: Control Objectives for Information and related Technology)** (ITGI 2007a). Es un conjunto de mejores prácticas para el gobierno de las Tecnologías de Información (TI) a través de dominios y un marco de procesos con una estructura lógica. Estas prácticas ayudan a optimizar la inversión en Tecnologías de la Información, asegurar la entrega de servicios y además proveer de un conjunto de indicadores para saber cuando el rendimiento no se encuentra dentro de los límites deseables.

COBIT tiene 34 objetivos de alto nivel que cubren 318 objetivos de control (específicos o detallados) clasificados en cuatro dominios: Planificación y Organización, Adquisición e Implementación, Entrega y Soporte, y, Supervisión y Evaluación. La principal orientación de COBIT es unir los objetivos de negocios con los objetivos de TI, proveyendo medidas y modelos de madurez para medir su aseguramiento e identificando las responsabilidades asociadas a los propietarios del negocio y procesos de TI.

Actualmente, COBIT puede ser alineado perfectamente con CMMI (ITIG 2007b). La alineación se realiza en dos capas. Una alineación de alto nivel compara en marco de COBIT y los componentes núcleo con las áreas de proceso, agrupaciones de procesos, niveles de madurez and niveles de capacidad del CMMI. El procedimiento para dicha alineación de puede encontrar en (ITIG 2007b, p. 8).

- **Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL v3, Information Technology Infrastructure Library)** (Long 2008). ITIL versión 3 proporciona un marco de trabajo con prácticas orientadas a servicios de las Tecnologías de la Información (TI). Para ello se han desarrollado cinco libros con un fin cada uno: diseño de servicios de TI, introducción de los servicios de TI, operación de los servicios de TI, mejora de los servicios de TI y estrategias de los servicios de TI, consolidando todas las prácticas en torno al ciclo de vida de los Servicios TI. Debido a que el CMMI no cubre por completo los procesos de los servicios de TI, este puede ser adaptado con el modelo ITIL para complementar la sinergia requerida para ofrecer dichos servicios en una SEO. Alineando las practicas del CMMI con las de ITIL se puede llegar a completar el servicio deseado en la SEO (Raphael and Buteau 2006).

2.1.2 Formulación de la estrategia

El propósito de este sub-proceso es definir la estrategia en términos de objetivos cuantitativos, sin olvidar la visión de la SEO y considerando los resultados del análisis del entorno. Algunas propuestas buscan un programa táctico de calidad: entrenar, educar, y comunicar la visión y **misión** al personal (Tuan et al. 2006; Card 2003; Kanji and e Sá 2001; Kanji and e Sá 2002; Kanji and e Sá 2007; Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004). Otras propuestas fijan objetivos y unen la recompensa con el rendimiento (Card 2003). Los mapas estratégicos (Kaplan and Norton 2003) y en cuadro de mando integral (BSC, Balanced Scorecard) (Kamel et al. 2009) son técnicas apropiadas para crear conciencia en el personal acerca de la visión de la organización.

La formulación de los **objetivos estratégicos** requiere de técnicas efectivas para gestionar la estrategia en su totalidad. Los ejecutivos usan los mapas estratégicos (Kaplan and Norton 2000; Kaplan and Norton 2008) para dirigir las estrategias de negocio efectivamente. El BSC propuesto por Kaplan y Norton (Kaplan and Norton 1996; Kaplan and Norton 2006) claramente especifica cómo formular el mapa estratégico. El mapa estratégico muestra cómo una organización planifica como convertir sus activos en salidas deseadas a través de las relaciones causa-efecto entre los objetivos estratégicos (Kaplan and Norton 2000; Kaplan and Norton 2008). Consecuentemente, casi todas las propuestas (Tuan et al. 2006; Card 2003; Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007; Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004) en este estudio usan las cuatro perspectivas de esta herramienta: cliente, negocio interno, innovación y crecimiento, y financiera para gestionar su estrategia.

Una de las dificultades en la formulación de una estrategia cuantitativamente, es alinear los objetivos de negocio o estratégicos con la medición del producto y proceso de software y los valores esperados para la mejora basada en un análisis apropiado de la situación actual. Hay dos tipos de propuestas para alcanzar esta alineación: las propuestas basadas en un procedimiento de medición para definir indicadores (McGarry 2002; Card 2003b; Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004; Basili et al. 2007; Basili et al. 2009) y las propuestas basadas en indicadores o modelos predefinidos como se describen a continuación (Card 2003; Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007; Tuan et al. 2006). Estas propuestas se describen a continuación.

- Propuestas basadas en un **procedimiento de medición para definir nuevos indicadores**. Dentro de la propuesta de medición práctica del software (PSM,

Practical Software Measurement) se tiene el procedimiento de McGarry (McGarry 2002; Card 2003b), en el que se identifica y priorizan las necesidades de información obtenidas de los objetivos de negocios, estas necesidades son clasificadas en categorías de información (ejemplo de categorías: rendimiento del proceso, calidad del producto, satisfacción del cliente, etc.), de las categorías se selecciona un concepto medible (ej. eficiencia, portabilidad, usabilidad) y del concepto medible se seleccionan medidas (ej. rendimiento, utilización, tiempo de respuesta, etc.), y de las medidas se forma un indicador. El procedimiento de PSM es también incluido la propuesta de Card (Card 2003), al que se le llamará PSM&BSC. Otro procedimiento es el de Goethert (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Sivi 2004). En este se definen unos objetivos estratégicos, para después obtener sub-objetivos cuantificables al aplicar la metodología Objetivo-Pregunta-Indicadores-Medición (GQ(I)M, Goal-Question-(Indicator)-Measurement) (Park et al. 1996) a los objetivos estratégicos. Después, éstos son asignados a las perspectivas del Cuadro de Mando Integral (perspectiva financiera, cliente, negocios internos, y innovación y aprendizaje) y se aplica la metodología GQ(I)M para derivar las medidas e indicadores. Finalmente, el método Objetivo-Pregunta-Métrica (GQM, Goal-Question-Metric) (Basili and Weiss 1984; Basili et al. 1994; Shull et al. 2006) fue extendido por Basili. Esta nueva propuesta es conocida como GQM+Strategies (Basili et al. 2007). Éste provee un mecanismo para alinear los objetivos de medición con los objetivos de alto nivel, tales como los objetivos de negocio, software y proyectos. En su segundo trabajo (Basili et al. 2009), los expertos obtienen el compromiso, asignan responsabilidades, entrenan al personal, definen el alcance organizacional, obtienen el contexto de la organización (procesos, organización de proyectos, datos de medición, etc.) y recogen los activos existentes (objetivos existentes, estrategias, medidas, etc.). Después dos componentes principales son definidos para construir una estrategia completa. El componente GQM+Strategies contiene un objetivo de alto nivel con sus respectivas estrategias para asegurarlo, además un conjunto de factores a asunciones en un contexto son descritas para el entendimiento y evaluación del objetivo. El otro componente conocido como GQM Graph presenta un objetivo de medición con sus respectivas preguntas y métricas, y un modelo de interpretación que especifica como los elementos de datos pueden ser combinados, y un criterio para determinar el éxito de un objetivo.

- Propuestas basadas **en indicadores o modelos predefinidos**. Tuan (Tuan et al. 2006) utilizó el método actividad basada en costes (ABC, Activity-Based Costing) (Kaplan and Cooper 1997) para la perspectiva financiera del BSC con el fin de conocer el coste de los planes tácticos. También, baso las perspectivas de aprendizaje y crecimiento, y proceso interno del BSC en el modelo de madurez de capacidad (CMM, Capability Maturity Model) para su posterior evaluación de procesos. Card (Card 2003) añade una perspectiva más (descuido del proyecto) al Cuadro de Mando Integral (BSC) y asocia medidas (indicadores) a cada perspectiva. Además nos muestra cómo se puede relacionar las medidas por categorías de información de PSM con las perspectivas del BSC, en donde ambas PSM y BSC son compatibles y complementarias. En la misma línea que esta propuesta, el Cuadro de Mando de Kanji (Kanji's Balanced Scorecard) (Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007) provee una nueva perspectiva del BSC con conceptos medibles y medidas relacionadas a la SEO incrementando la comprensión de las perspectivas del BSC en este tipo de organización. El Cuadro de Mando de Kanji integra factores críticos de éxito con el modelo de excelencia de negocios de Kanji (KBEM, Kanji's Business Excellence Model) (Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007) que contiene las siguientes perspectivas: el valor organizacional (financiera); excelencia del proceso (interna); aprendizaje organizacional (innovación y crecimiento); satisfacción del cliente y el personal, y además, tiene un conjunto de objetivos con sus correspondientes medidas predefinidas.

2.1.3 Implementación de la estrategia

El propósito de este sub-proceso es definir los modelos operativos que implementan las acciones requeridas para asegurar los objetivos de mejora del negocio y proceso. Las actividades en este sub-proceso se relacionan con la implementación y evaluación continua de las mejoras a ser introducidas en la organización para asegurar los objetivos de negocio identificados durante la formulación de la estrategia. Estas actividades incluyen:

- Crear una solución, “la mejor conjetura”, para dirigir las necesidades organizacionales previamente identificadas. Normalmente esta solución es asegurada a través de diferentes diseños de procesos de software y propuestas de reingeniería (Savolainen 2007; Gnatz et al. 2001; Martin et al. 2007; Amescua et al. 2006). Un camino seguro es la adopción de una metodología de mejora de procesos, tal como el CMMI (SEI 2006a), TSP (Humphrey 2000), este caso es seguro debido a sus numerosas evidencias de éxito en costes, tiempo, rendimiento, y retorno de la inversión (Gibson 2006; Wall et al. 2005; Mcloone and Rohde 2007; Qi 2007; Sapp et al. 2007; Garmus and Iwanicki 2007; El-Emam 2007) .
- Probar la solución desde que se encontró la mejor conjetura, las soluciones raramente se trabajan acorde a lo planeado. Esto es a menudo logrado a través de una prueba piloto (Acuña and Juristo 2005; Moitra 2000; Sanchez-Segura and Acuna 2006).
- Desde que la solución ha sido probada, esta es usualmente modificada para reflejar el conocimiento, experiencia y lecciones ganadas de las pruebas piloto (Acuña and Juristo 2005; Sanchez-segura and Acuna 2006; Savolainen 2007).
- Finalmente, desde que la solución es factible, esta puede ser implementada en toda la organización.

Durante estas actividades los principales desafíos a ser resueltos son colocar y gestionar suficientes recursos, asignando la responsabilidad de tareas o procesos específicos a individuos o grupos específicos, esto adquiriendo los recursos requeridos, desarrollando el proceso, entrenando, procesando las pruebas, documentando e integrando todo con el proceso legal.

2.1.4 Análisis y control de la implementación

En este proceso, una SEO tiene que obtener datos objetivos y analizarlos de una forma que permita determinar la extensión para cual los objetivos estratégicos han sido complementados.

Existen dos actividades clave en este sub-proceso: La recogida es necesaria ya que asegura que los datos colectados tengan un formato definido y sean precisos. La información de datos es de vital importancia para los que toman decisiones, ya que a través de reportes periódicos sobre el estado de los procesos y productos de software, estos responsables pueden realizar acciones correctivas o de mejora para dirigir los esfuerzos del personal al cumplimiento de los objetivos.

Por un lado, se tienen dos propuestas que tienen un **procedimiento estándar para recoger datos**: La medición práctica del software (PSM, Practical Software Measurement) (McGarry 2002; Card 2003b) y PSM&BSC (Card 2003). Ambas propuestas definen un procedimiento para recoger datos para cada medida base o derivada contenida en un constructor de medición. Acorde a la norma ISO 15939 (ISO 2007), los datos son un conjunto valores asignados a las medidas base, medidas derivadas y/o indicadores, y el método de medición es una secuencia lógica de operaciones, descritas generalmente, utilizadas en la cuantificación de un atributo con respecto a una escala especificada. Es por ello, que las propuestas PSM y PSM&BSC definen un método de medición para recoger valores y asignarlos a las medidas.

Por otro lado, se tienen tres propuestas: ABCM (Tuan et al. 2006), KBS (Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007), y BSC&GQM (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Sivi 2004), con su **propio procedimiento de recogida de datos**. KBS y ABCM no ilustran sus procedimientos, pero la colección de datos en BSC&GQM se presenta en su propia plantilla indicador con los siguientes campos: cómo, cuando, por quién, qué formas y documentos (Goethert and Sivi 2004).

La información de datos es la retroalimentación para los tomadores de decisión. Ellos están interesados en el estado de sus productos y procesos, y como estos están afectando a su estrategia. Las propuestas actuales usan plantillas indicador o tableros para la información de datos.

Dos de estas propuestas usan **plantillas de indicador** para informar acerca de sus productos y objetivos de software: PSM (McGarry 2002; Card 2003b) y BSC&GQM (Goethert and Sivi 2004). PSM utiliza los constructores de medición con el formato de

la norma ISO 15939 (ISO 2007)(véase la figura 2.3). BSC&GQM tiene su propia plantilla indicador (véase la figura 2.2), y aspectos especiales para identificar la persona a cargo, y para quién se reporta.

Information Need	Estimate productivity of future project
Measurable Concept	Project productivity
Relevant Entities	1. Code produced by past projects 2. Effort expended by past projects
Attributes	1. C++ language statements (in code) 2. Timecard entries (recording effort)
Base Measures	1. Project X Lines of Code 2. Project X Hours of Effort
Measurement Method	1. Count semicolons in Project X code 2. Add timecard entries together for Project X
Type of Measurement Method	1. Objective 2. Objective
Scale	1. Integers from zero to infinity 2. Real numbers from zero to infinity
Type of Scale	1. Ratio 2. Ratio
Unit of Measurement	1. Line 2. Hour
Derived Measure	Project X Productivity
Measurement Function	Divide Project X Lines of Code by Project X Hours of Effort
Indicator	Average productivity
Model	Compute mean and standard deviation of all project productivity values.
Decision Criteria	Computed confidence limits based on the standard deviation indicate the likelihood that an actual result close to the average productivity will be achieved. Very wide confidence limits suggest a potentially large departure and the need for contingency planning to deal with this outcome.

Figura 2.2 – Constructor de medición de la norma ISO/IEC 15939

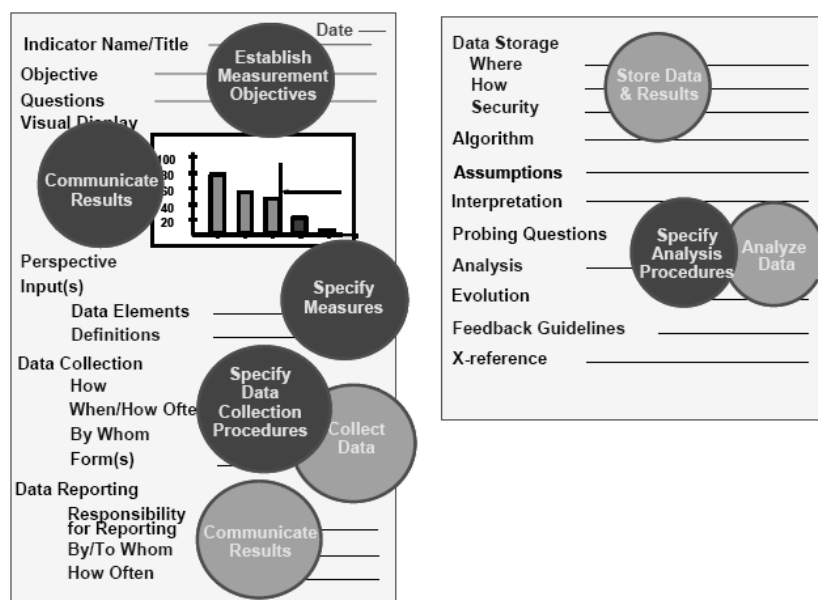


Figura 2.3 – Plantilla indicador de BSC&GQM con las practicas CMMI del área de proceso de medición y análisis

Las otras propuestas, ABCM (Tuan et al. 2006), PSM&BSC (Card 2003), KBS (Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007) y BSC&GQM (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004), usan al BSC como un sistema de información para obtener la imagen completa de la estrategia. Además, existen otras aproximaciones con una diferente forma para mostrar una estrategia, cual es el modelo GQM+Strategies (Basili et al. 2009). Este modelo muestra todos los componentes de un objetivo de negocio. Desde el nivel más alto de la organización, el nivel de negocio, se muestra el componente GQM+Strategies element y su correspondiente GQM graph, de la misma forma, estos dos componentes se muestran hasta el nivel más bajo en la SEO, el nivel de proyectos de software. Estas propuestas son conocidas como **tableros** en el mundo de los negocios y muestran el estado completo de la estrategia.

Como conclusión del análisis del estado de la cuestión, se puede decir que el alineamiento de los objetivos de mejora del proceso software (SPI, Software Process Improvement) con los objetivos de negocio es factor clave en SPI (Biró and Tully 1999; Brodman and Johnson 1995; Grady 1997; Humphrey 1989; Pulford et al. 1996; Zahran 1998; Saastamoinen and Tukiainen 2004; Mishra and Mishra 2008). La importancia de alinear objetivos SPI con los objetivos de negocio implica que si una estrategia no se conserva en paralelo con los cambios en la estrategia de negocio, hay un riesgo de que los procesos de software de la organización puedan terminar como una carga más que ventaja en el negocio.

La importancia crítica de una orientación al negocio indica que la SEO debería focalizarse sobre ambas partes, corto y largo plazo de los objetivos SPI con los objetivos de negocio. Se debe focalizar sobre como asegurar un alto nivel de mutuo entendimiento de los objetivos actuales, así como también como asegurar la congruencia de los objetivos SPI a largo plazo con las estrategias (Dyba 2003). Para asegurar este tipo de alineamiento es importante involucrar y conseguir que los líderes se comprometan con la actividad SPI (El-Emam et al. 2001; Goldenson and Herbsleb 1995; Humphrey 2000; Stelzer and Mellis 2000; Yusof and Aspinwall 1999; Zahran 1998).

Como la gestión estratégica es una disciplina para definir y controlar la consecución de los objetivos de negocio, para alinear efectivamente los objetivos y actividades SPI con los objetivos de negocio, es necesario integrar propiamente la gestión de las actividades SPI con las actividades de la gestión estratégica.

La gestión efectiva de la SEO y sus programas de mejora dependen de la habilidad para asegurar aspectos de los procesos y artefactos resultantes, y en crear juicios analíticos basados en resultados de estas mediciones (Dyba 2000).

Tradicionalmente, las iniciativas de medición son usadas para proveer a la alta dirección información para decidir y evaluar sobre los efectos de la implementación de la estrategia (Dyba 2005). Las mediciones deben también incluir disponibilidad y retroalimentación sobre datos para identificar como las SEOs están contribuyendo para asegurar los objetivos de negocio y a guiar las iniciativas SPI en una SEO. Tal retroalimentación sobre el rendimiento actual no solo motiva el cambio en el comportamiento de individuos, grupos, y organizaciones, sino también en guiar el cambio en una dirección específica (Dyba et al. 2004). Las condiciones circundantes al proceso de retroalimentación tienen que soportar el mal uso amenazante de los datos para identificar y resolver problemas (Dyba 2005).

2.2 Análisis de las propuestas relevantes a la solución del problema

En la Tabla 2.1 se analizan las principales propuestas actuales que pueden ayudar a la gestión estratégica en el área de la medición de productos y procesos (Card 2003; Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004; Kanji and Sá 2001; Kanji and Sá 2002; Kanji and Sá 2007; McGarry 2002; Card 2003b; Tuan et al. 2006). Las columnas representan las propuestas existentes en la bibliografía sobre el problema al que se dirige esta investigación. Las filas recogen las diferentes actividades necesarias para la gestión estratégica, especialmente aquellas sobre la formulación de la estrategia y el análisis y control de la implementación de la estrategia.

Tabla 2.1 Actividades de las propuestas actuales que pueden ayudar a la gestión estratégica en el área de la medición de productos y procesos de software

		Propuestas actuales					
Sub-procesos	Actividades principales	PSM (McGar ry 2002, Card 2003b)	GQM+St rategies (Basili et al. 2007; Basili et al. 2009)	ABCM (Tuan et al. 2006)	PSM& BSC (Card 2003)	KBS (Kanji and e Sá 2001; Kanji and e Sá 2002; Kanji and Sá 2007)	BSC&GQM (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviy 2004)
Formulación de la estrategia	Definición de misión y visión			✓ ^a	✓	✓	✓
	Definición de objetivos estratégicos		✓	✓	✓	✓	✓
	Procedimiento de medición para definir indicadores	✓	✓		✓		✓
	Indicadores o modelos predefinidos			✓	✓	✓	
Análisis y control de la implementac ión de la estrategia	Procedimiento estándar para la recogida de datos	✓			✓		
	Procedimiento propio para la recogida de datos			✓		✓	✓
	Plantillas para la colección de datos	✓			✓		✓
	Tablero para la información de datos		✓	✓	✓	✓	✓

^a Esta marca significa que esta actividad es descrita en la definición de la propuesta y cumple con las características del correspondiente sub-proceso de la gestión estratégica.

Analizando en detalle la información presentada in la tabla 1, se puede decir que hay algunas propuestas no integradas para precisar la definición y control de la estrategia en una SEO cuantitativamente. Estas propuestas también permiten el control de las iniciativas SPI para ser alineadas con el cumplimiento de los objetivos de negocio.

A pesar de que GQM+Strategies (Basili et al. 2007; Basili et al. 2009) y BSC&GQM (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Siviyy 2004) son propuestas que pueden alinear la medición de productos y procesos de software con los objetivos de negocio, no existen casos reales que puedan probar su efectividad, a excepción de ABCM (Tuan et al. 2006). Los autores de ABCM reportaron que después de haber aplicado el modelo durante 4 años (1996-2000), la información incorrecta produjo sobre costes anuales desde 156.000 Dlls hasta 196.000 Dlls.

En este trabajo se pretende encontrar las causas de dichas dificultades, indagando en la alineación e integración de la estrategia de negocio con las iniciativas SPI en una SEO se han encontrado algunos fallos:

- La perdida de coordinación entre todos los roles y responsabilidades envueltos en el negocio y estrategia de la SEO, y la alineación requerida entre ambos (Zahran 1998; Harjumaa et al. 2008).
- Problemas en obtener el compromiso de la alta dirección para implementar la estrategia funcional de la SEO porque ellos pierden suficiente información sobre como los objetivos estratégicos de la SEO contribuyen a sus estrategias de negocio (Herbsleb and Goldenson 1996; Harjumaa et al. 2008; Gopal et al. 2005).
- Perdida de compromiso con los empleados a través del fallo para comunicar la estrategia de la SEO a los empleados y perdida de incentivos dados a los trabajadores para adoptar la nueva estrategia (Rifkin 2001).
- Perdida de la visión de las relaciones entre procesos, tecnología y organización (Rifkin 2001; Harjumaa et al. 2008; Iversen and Mathiassen 2003).
- Una pobre comunicación debido a una insuficiente compartición de información a través del personal y delegar en el proceso de compartición del conocimiento del negocio y la estrategia de la SEO (Dybå 2005; Harjumaa et al. 2008).

De manera que para resolver los problemas de obtener las sinergias requeridas para alinear los objetivos de negocios y objetivos SPI, es necesario refinar las propuestas existentes, definiendo una propuesta que:

- Integre a la perfección la gestión estratégica, medición y mejora del proceso para controlar eficientemente el estado actual de las iniciativas SPI.
- Defina los roles, responsabilidades y competencias del personal envuelto, creando las sinergias requeridas para una efectiva gestión de la competitividad.
- Se contribuya a la captura y distribución de información útil del conocimiento de las iniciativas SPI y resultados para controlar la estrategia de negocio a todos los niveles de la organización.
- Dirigir los esfuerzos de mejora del proceso software a través de indicadores que unan los objetivos de mejora de procesos con los objetivos de la estrategia de negocio.

2.3 Descripción de las propuestas relevantes a la solución del problema

En esta sección se pretende describir las propuestas que pueden aportar parcialmente una solución a los diversos problemas encontrados en este trabajo de investigación y las razones de su elección. De una forma abstracta se pueden exponer los principales focos a resolver, tal como la dificultad de encontrar información y datos de calidad para controlar la mejora del proceso software (SPI, Software Process Improvement) en Organizaciones de Ingeniería del Software (SEO, Software Engineering Organizations) desde diversas disciplinas que tienen que ser consideradas: la gestión estratégica y la medición (Dybå, 2005). El uso de información incorrecta para controlar al personal de la SEO puede resultar en pérdidas económicas (Tuan et al. 2006), en una mala toma de decisiones (Dybå et al. 2005b), y que la estrategia se desvincule con el desarrollo y medición del software (Mathiassen et al. 2005).

Las propuestas analizadas en la presente sección son: la Medición Práctica del Software (**PSM, Practical Software Measurement**) (McGarry et al. 2002; Prasad et al. 2009), el Cuadro de Mando Integral y Objetivo-Pregunta-Indicadores-Medición (**BSC&GQ[I]M, Balanced ScoreCard and Goal-Question-Indicator-Measurement**) (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Sivi 2004), y la Actividad Basada en Costes, Cuadro de Mando Integral y Modelo de Madurez de Capacidad (**ABCM, Activity-Based costing, Balanced Scorecard, and Capability Maturity Model**) (Tuan et al. 2006).

2.3.1 Medición Práctica del Software (PSM)

PSM fue seleccionado por que, como Card menciona, desde su creación PSM inicia como un esfuerzo del departamento de defensa de EE.UU (DoD, Department of Defense) para mejorar la gestión de grandes proyectos de adquisición de software (Card 2003). Además, casi todos los conceptos de PSM han sido formalizados en la norma ISO 15939 (ISO 2007), y el modelo del proceso de medición resultante y la

terminología de esta norma también ha puede ser adoptada en el área proceso de medición y análisis del CMMI (SEI 2006). Es también adecuado mencionar que acorde con al reporte de Card (Card 2003), más de cinco mil personar han sido entrenadas en el proceso de PSM. Por lo tanto, estas evidencias soportan a PSM como uno de los métodos más usados en la medición del software.

Ahora bien, desde un punto de vista de los negocios, en PSM se pueden definir las necesidades de medición desde los objetivos de negocio de una forma sistemática, aun que no lo contempla formalmente como otras propuestas.

John McGarry et al. (2002) describen a PSM como sigue:

“La medición práctica del software es un proceso para diseñar e implementar un programa de medición del software basada en proyectos”

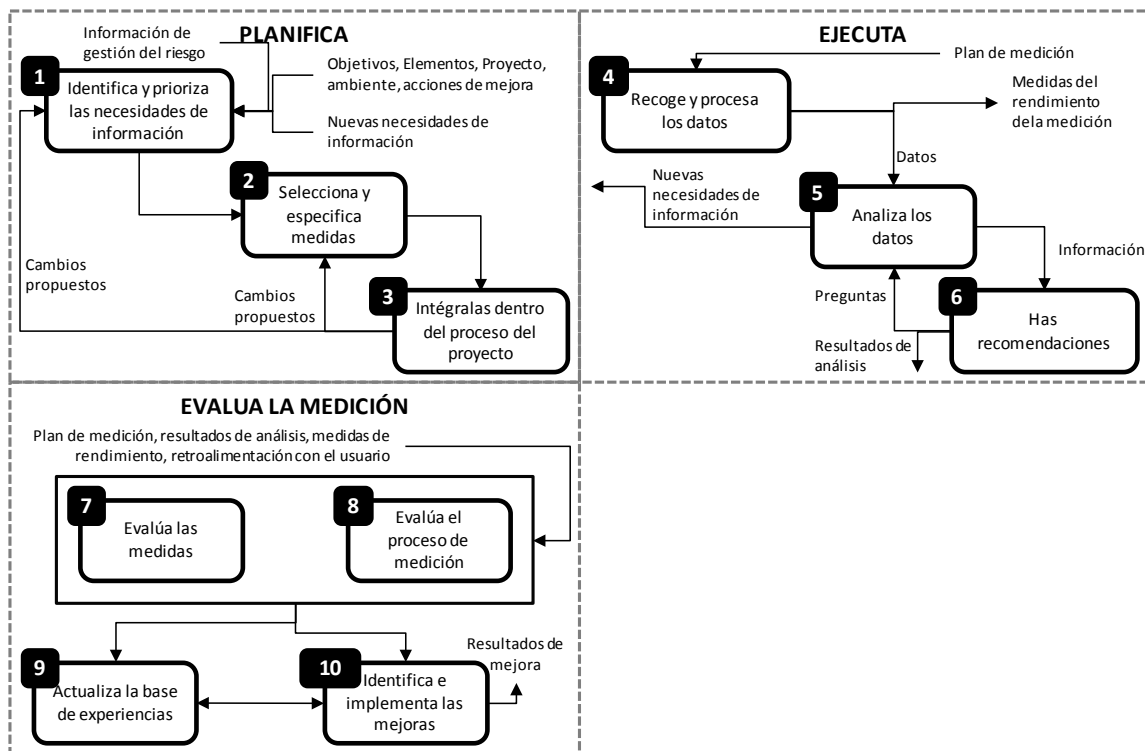


Figura 2.4 – Ilustración de las actividades de PSM

El proceso de PSM se descompone en tres actividades principales: la planificación, ejecución, y evaluación de la medición (véase la figura 2.4). La intención de este apartado no es realizar una descripción exhaustiva de PSM, ya que nos quitaría demasiado espacio para la descripción de la propuesta de tesis, para entrar mayor detalle

puede encontrar información en el libro de PSM (McGarry et al. 2002) y en el artículo de Prasad et al. (2009).

PSM inicia con la actividad de **planificar la medición**, esta consiste en identificar las necesidades de información del proyecto e integrándolas dentro del proceso técnico y de gestión del proyecto.

1. Identifica y prioriza las necesidades de información. Un considerable número de recursos debe ser considerado para asegurar que todas las necesidades de información son identificadas, necesidades como las resultantes de las evaluaciones técnicas y de gestión de riesgos, objetivos impuestos desde arriba por la gestión de ejecutivos. PSM ofrece una clasificación de recursos para identificar las necesidades del proyecto de software.
- *Evaluación de riesgos.* De unas evaluaciones técnicas y de gestión de riesgos se pueden identificar algunas necesidades de información:
 - Más requerimientos
 - Una mejor tecnología
 - Un mayor ajuste al proceso
 - Mejorar el coste o programa
- *Restricciones y asunciones del proyecto.* Un proyecto puede venir con asunciones como rendimiento del proveedor, o la disponibilidad de las pruebas. Posibles necesidades de información:
 - La pérdida de información que impacta en la estimación del esfuerzo, programa, y calidad.
 - Los presupuestos y programas con restricciones e inflexibles afectan al éxito del proyecto.
- *Tecnologías liberadas.* El éxito de un proyecto puede depender de la liberación de ciertas tecnologías. Posibles necesidades de información:
 - La efectividad de las tecnologías (Ej. COTS (Commercial, Cost-of-The-Shelf))

- Características de los paquetes de software comprados
 - Componentes reusables
- *Criterio de aceptación del producto.* Muchas necesidades del proyecto están relacionadas con los requisitos de los clientes. Posibles necesidades de información:
 - Grado de satisfacción con el criterio de aceptación del producto software
 - Hitos rigurosos que nos pide el cliente
- *Requerimientos externos.* la necesidad de tomar decisiones concernientes a la prontitud para las pruebas o liberaciones de productos puede necesitar cierta necesidad de información derivada del cliente, la cual será identificada y seguida dentro del proyecto. Posibles necesidades de información:
 - Requerimientos del cliente relacionados con la prontitud de pruebas o liberaciones
 - Probabilidad de completitud de objetivos agresivos o poco realistas de la organización
- *Experiencia.* Los equipos con experiencia puede identificar las *áreas de problemas potenciales como necesidad de información.*

Las necesidades de información son clasificadas dentro de una de las siguientes categorías de información: programa y progreso, recursos y costes, estabilidad y tamaño del producto, calidad del producto, rendimiento del proceso, efectividad de la tecnología, satisfacción del cliente. Estas categorías ayudaran a seleccionar apropiadamente las medidas en la actividad siguiente. Ya que se tiene la clasificación necesidad-categoría ahora hay que dar prioridad a las necesidades de información. Los gestores de software tienen bastantes necesidades de información las cuales tienen un impacto en los objetivos del proyecto, y para asegurar que el programa de medición cumpla esos objetivos las necesidades tienen que ser priorizadas, para ello se puede realizar un ranking de impacto relativo sobre los objetivos del proyecto y probabilidad de ocurrencia de la necesidad en el proyecto

(como ej. véase la tabla 2.2). Este ranking permitirá un consenso entre los participantes del proyecto con respecto a la priorización de las necesidades.

2. El siguiente paso es seleccionar las medidas aplicables, para tal fin PSM tiene su propio mecanismo de selección de medidas como se muestra en la figura 2.5. Por cada categoría de información existe un conjunto de conceptos medibles, y estos a su vez medidas. Este paso consiste en trazar el concepto medible apropiado a cada necesidad de información, y seleccionar las medidas candidatas. Un concepto medible es una relación abstracta entre atributos de entidades y necesidades de información (ISO 2007). En sencillas palabras, de un documento (entidad) como un *reporte de inspección del diseño del proyecto "A"* contiene atributos como una *lista de defectos encontrados en las inspecciones*, estos atributos pueden estar relacionados con una necesidad de información como *evaluar la calidad del producto durante el diseño*. Y una medida, es una variable para cual su valor es asignado como resultado de medir, por ejemplo el *número de defectos por paquete*.

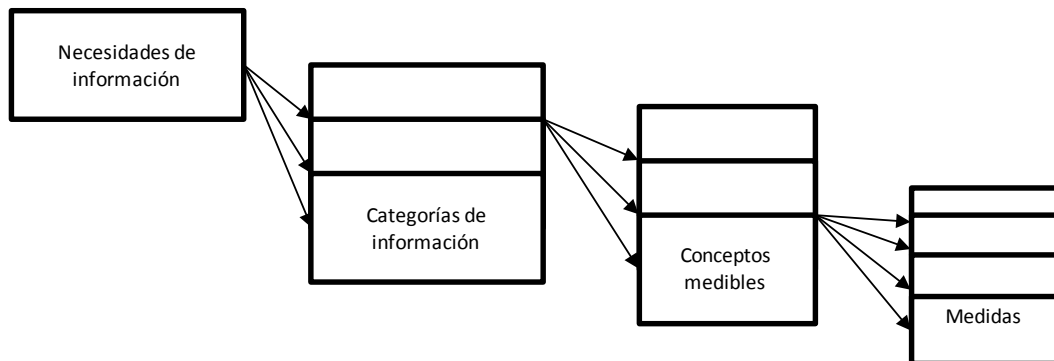


Figura 2.5 – Mecanismo de selección de PSM para medidas

CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN	
Necesidad de información	Evalua la calidad del producto durante el diseño
Concepto medible	Calidad del producto
Entidades relevantes	1. Paquetes de diseño 2. Reportes de inspección del diseño
Atributos	1. Texto de los paquetes de inspección 2. Lista de defectos encontrados en las inspecciones
Medidas Base	1. Tamaño del paquete X 2. Total de defectos para el paquete X
Método de medición	1. Contar el numero de líneas de texto por cada paquete 2. Contar el numero de defectos listados en cada reporte
Tipo de método	1. Objetivo 2. Objetivo
Escala	1. Entero del 0 al infinito 2. Entero del 0 al infinito
Tipo de Escala	1. Radio 2. Radio
Unidad de medición	1. Líneas 2. Defectos
Medidas derivadas	Inspección de la densidad de defectos
Función de medición	Divide el total de defectos sobre el tamaño del paquete de cada paquete
Indicador	Densidad de defectos en el diseño
Modelo de Análisis	Computar el proceso central y controlar los límites usando valores de densidad de defectos
Criterio de decisión	Si los resultados salen del limite de control requerirá mayores investigaciones

Figura 2.6 – Ejemplo de constructor de medición de PSM e ISO 15939

Por último, hay que especificar el constructor de medición. Continuando con el mismo ejemplo, en la figura 2.6 se pueden ver los campos cumplimentados de constructor de medición de PSM, es el mismo formato del constructor de la norma ISO 15939 (ISO 2007).

- Integra la propuesta de medición dentro del proceso del proyecto. Este paso consiste en identificar como los datos serán recogidos y analizados. Esto incluye la integración de los procedimientos de recogida de datos dentro de los procesos, proveyendo datos e integrando los procedimientos de análisis y reporte dentro de

los procesos de toma de decisiones. El documento resultante de estas tres tareas es el plan de medición, cual puede contener:

- a. La descripción del proyecto
- b. Los roles de medición, sus responsabilidades, y medios de comunicación
- c. Descripción de las necesidades de medición del proyecto
- d. Especificaciones de medición (Concepto de medición, entidades, atributos, medidas base, modelo de análisis, etc) por cada necesidad de información.
- e. Estructuras de agregación del proyecto (estructura de componentes, actividades, y funcional).
- f. Mecanismos de reporte y periodicidad.

La actividad de **ejecutar la medición** explica como el plan es implementado para producir información para los que toman decisiones.

4. En esta tarea se trata de recopilar y procesar los datos por cada necesidad de información. Es decir, se describe como los datos pueden ser recogidos con herramientas de análisis de código, reportes de defectos, herramientas de planificación de proyectos, etc.
5. En la tarea de análisis de datos los responsables de los proyectos toman decisiones y acciones correctivas acorde a los indicadores y su criterio de decisión asociado. Ellos analizan los resultados en base a los procedimientos de análisis definidos en el plan de medición. Existen tres tipos de análisis en PSM:
Estimación. Produce estimaciones de tamaño, esfuerzo, programa, y calidad.
Análisis de fiabilidad. Evalúa la fiabilidad de los planes de proyecto durante las actividades iniciales de planificación y re-planificación.
Análisis de rendimiento. Evalúa el rendimiento del proyecto actual con los planes durante todo el proyecto.
6. Esta tarea envuelve la formulación de las recomendaciones y las comunica a través un análisis de resultados con los ingenieros, clientes, gestores, etc.

La actividad de **evaluación de la medición** está integrada por cuatro tareas con el objeto de mejorar las medidas y el proceso de medición.

7. La tarea de evaluación de medidas considera como los elementos de todos los constructores de medición satisfacen las necesidades de medición. La medición es evaluada acorde con: uso del producto de medición, fiabilidad y exactitud.
8. En esta tarea se evalúa el proceso de medición desde tres perspectivas: rendimiento (entradas, salidas y los efectos del proceso de medición), conformidad (proceso de medición actual contra la implementación intencional), y madurez (proceso de medición contra los puntos de referencia externos del proceso de madurez).
9. Tomando como base la evaluación de los resultados, la base de experiencia de medición es actualizada con las lecciones aprendidas, así como también información acerca del éxito y fallos. Algunos artefactos pueden ser actualizados con la base de experiencia: los planes de medición, las políticas, y procedimientos; la definición de medidas; técnicas de verificación de datos; medición de las encuestas de satisfacción del cliente; reportes de medición de análisis de rendimiento; reportes de medición del proceso de auditoría.
10. En esta tarea se identifican las mejoras específicas para el proceso de medición actual. Estas acciones de mejora o cambios pueden ser implementadas en la siguiente iteración del plan de medición o iniciar como una actividad paralela. Los siguientes elementos son comúnmente cambiados en un plan de medición: definición de medidas; técnicas de análisis; procedimientos de procesamiento y recogida de datos; herramientas de soporte y dotación de personal; procedimientos de reportes y comunicación.

En resumen, esta propuesta es un buen proceso para planificar, implementar, y evaluar un plan de medición e indicadores, además, los productos de medición de PSM están dirigidos a los gestores de proyectos para tomar el control de sus proyectos de una forma cuantitativa. También, PSM puede caracterizar proyectos de software con objetivos específicos que podrían ser dirigidos bajo órdenes de alto nivel de un gestor ejecutivo.

2.3.2 Cuadro de Mando Integral y Objetivo-Pregunta-Indicadores-Medición (BSC&GQ[I]M)

La propuesta BSC&GQ[I]M ha sido seleccionada por que utiliza dos métodos ampliamente reconocidos en la industria: el Cuadro de Mando Integral (BSC, Balanced ScoreCard) de Kaplan y Norton (Kaplan and Norton 1996) y la medición del software dirigida por objetivos, específicamente el paradigma Objetivo-Pregunta-Métrica (GQM, Goal Question Metric) originalmente creado por Basili (Basili and Weiss 1984, Basili et al. 1994) y adaptada a esta propuesta mediante GQ[I]M (Park et al. 1996). Por un lado, el BSC presenta numerosos casos de éxito en EE.UU, en el cual Johnson y Beiman (Johnson and Beiman 2007) enfatizan que más del 70 % de las compañías registradas en la revista FORTUNE 500 de la CNN han probado su efectividad. Además, un estudio por encuesta de Blundell (Blundell et al. 2003) muestra que el 65 % de las cuarenta compañías principales de Nueva Zelanda utilizaron el BSC como su sistema de gestión estratégica. Por otro lado, el estudio por encuesta de Kasunic muestra que GQM es el tercer método más usado por los clientes, miembros y personal relacionado con el Instituto de Ingeniería del Software (SEI, Software Engineering Institute), específicamente el 20,5 % de las organizaciones entrevistadas utilizaron o están utilizando este método para identificar, recoger, y analizar datos medibles.

La propuesta BSC&GQ[I]M fue definida por Goethert y Ficher (Goethert and Ficher 2003). La propuesta fue diseñada para combinar la herramienta BSC y la metodología GQ[I]M como iniciativa de medición del software a través del negocio en el SEI. La propuesta trata de ayudar a las organizaciones a desarrollar su propio conjunto de medidas e indicadores en el contexto de sus objetivos de negocio. El BSC es usado como un marco para trasladar la misión y visión dentro de los objetivos estratégicos empresariales por cada perspectiva (financiera, cliente, negocio interno, y aprendizaje & crecimiento) y desarrollar un conjunto de medidas e indicadores para las salidas y el rendimiento deseado. Como resultado, esta propuesta presenta un BSC con sus objetivos y sus respectivas medidas por cada una de sus perspectivas.

Los autores sintetizan la propuesta BSC&GQ[I]M en cinco simples pasos (Véase la figura 2.7):

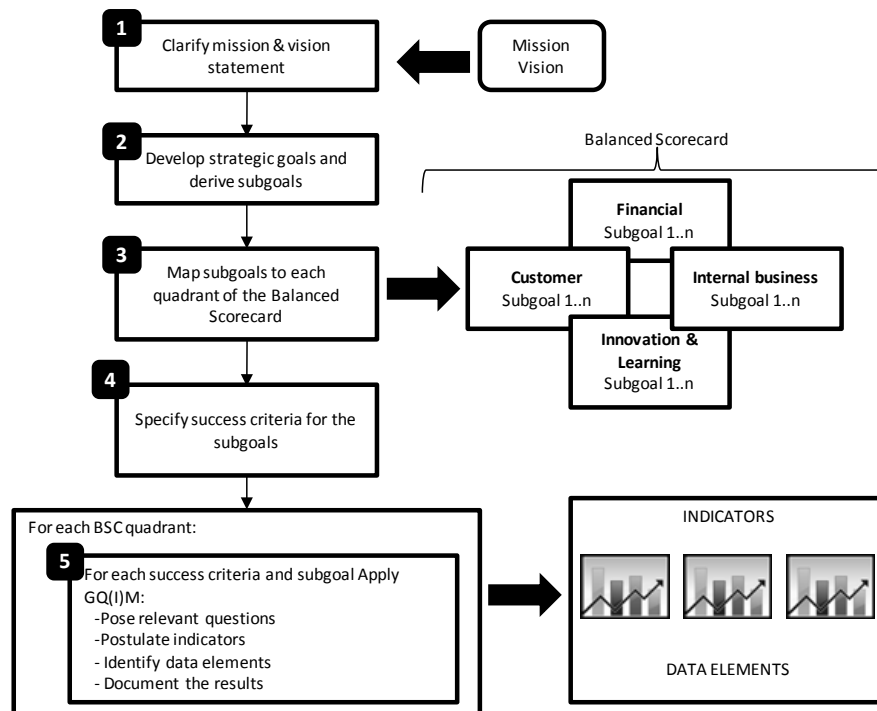


Figura 2.7 – Ilustración de la propuesta BSC&GQ[I]M

1. Obtener y clarificar las sentencias de misión y visión. Este paso no da instrucciones acerca de cómo obtener la misión y visión, pero ofrece sus definiciones con el fin de clarificar ambas sentencias. la Misión específica lo que la empresa es, lo que la empresa hace (a qué se dedica) y de a quién sirve con su funcionamiento. se redacta estableciendo: la actividad empresarial fundamental, el concepto de producto genérico que ofrece, y el concepto de tipos de cliente a los que pretende atender. la Visión describe la aspiración de la empresa, en el cual especifica la motivación de la empresa contemplando a su personal. La visión refleja la realización de los valores de la empresa.
2. Hasta el momento la empresa debería de saber su propósito y a lo que aspira ser, en simples palabras, la visión y misión, por lo que ahora los objetivos estratégicos (objetivos de negocio) se deben definir tomando en cuenta la visión y misión, además se deben definir con expresiones cuantitativas y asegurables, por ejemplo, “incrementar las expectativas de nuestros clientes, asegurando los requisitos de los proyectos y mejorando los servicios de mantenimiento”. Debido a que los objetivos estratégicos presentan un alto nivel de abstracción, unos sub-objetivos deben ser derivados de estos identificándolos como piezas medibles, por ejemplo, si tomamos en cuenta la sentencia previa de un objetivo estratégico se podrían derivar dos sub-objetivos:

- a. Reducir el tiempo de respuesta para las peticiones de los clientes en un 10% en el próximo año.
 - b. Asegurar los requisitos de los clientes en los términos de cada proyecto.
3. Esta tarea consiste en asignar los sub-objetivos dentro de cada cuadrante del BSC. Los autores facilitan esta asignación con preguntas por cada perspectiva, aunque ellos sugieren formular las preguntas acorde con la disciplina de la organización. Algunas preguntas comúnmente utilizadas por el SEI se muestran a continuación por cuadrante (perspectiva):
 - a. *Perspectiva del cliente.* ¿Como los clientes ven a la organización?, donde cuyas respuestas entran dentro de cuatro categorías: tiempo, calidad, rendimiento y servicio.
 - b. *Perspectiva del negocio interno.* ¿Qué tenemos que superar para soportar nuestro enfoque al cliente?, ¿Cuáles son las operaciones y estrategias tienen mayor impacto sobre la satisfacción del cliente?, las respuestas o componentes considerados son: ciclo de vida, calidad de los productos de trabajo o servicios, habilidades de los empleados y productividad.
 - c. *Perspectiva de innovación y aprendizaje.* ¿estamos interesados en nuestra habilidad para mejorar y crear un valor?, ¿Cuánto se ha invertido en innovación y aprendizaje?, ¿toma más o menos tiempo para un empleado asegurar un nivel de fluidez en su trabajo?, ¿Cuántos nuevos productos hemos introducido?, ¿Son los incrementos de los ingresos debido a los nuevos productos?, las respuestas están enfocadas sobre la habilidad de una organización para innovar, mejorar y aprender.
 - d. *Perspectiva financiera.* ¿Cómo vemos al personal?, la organización puede señalar sus sub-objetivos dentro de las siguientes categorías: ingresos, crecimiento, y valor al personal.
4. Especificar el criterio de éxito por cada sub-objetivo. Tres preguntas son articuladas para proveer la imagen de éxito por cada sub-objetivo. Los responsables deben tomar en cuenta que las respuestas dependen de componente cuantitativo como el tiempo, calidad, rendimiento, etc. Las tres preguntas son las siguientes:
 - a. ¿Cómo defines el éxito?
 - b. ¿Cómo sabes cuando has alcanzado el éxito?
 - c. ¿Cuáles son los atributos del éxito?
5. Aplicar GQ[I]M para derivar medidas e indicadores

- a. Por cada sub-objetivo postular preguntas dirigidas al criterio de éxito, además, hay que tener en mente una respuesta cuantitativa relacionada con la pregunta. En esta propuesta es posible derivar tres tipos de indicadores:
 - i. Indicadores de éxito. Determinan si los objetivos que se han cumplido.
 - ii. Indicadores de progreso. Siguen el progreso de unas tareas definidas.
 - iii. Indicadores de análisis. Analizan las salidas de cada tarea.
- b. Determinar los elementos de datos (ej. Fecha de inicio actual, fecha fin actual, características de entrega) y/o medidas (ej. Recursos de líneas de código, personas/hora, etc.) para construir los indicadores.
- c. Documentar los resultados en la plantilla indicador. Goethert y Sivi (2004) presentaron una plantilla indicador que puede ayudar a la organización a definir sus indicadores, además de permitir una correcta interpretación y facilitar la recogida, presentación, medición de datos y los procesos de análisis. La plantilla indicador puede ser usada perfectamente como artefacto para el área de proceso de medición y análisis (MA) del CMMI, las prácticas de esta área pueden ser fácilmente trazadas en la plantilla indicador (véase la figura 2.8).

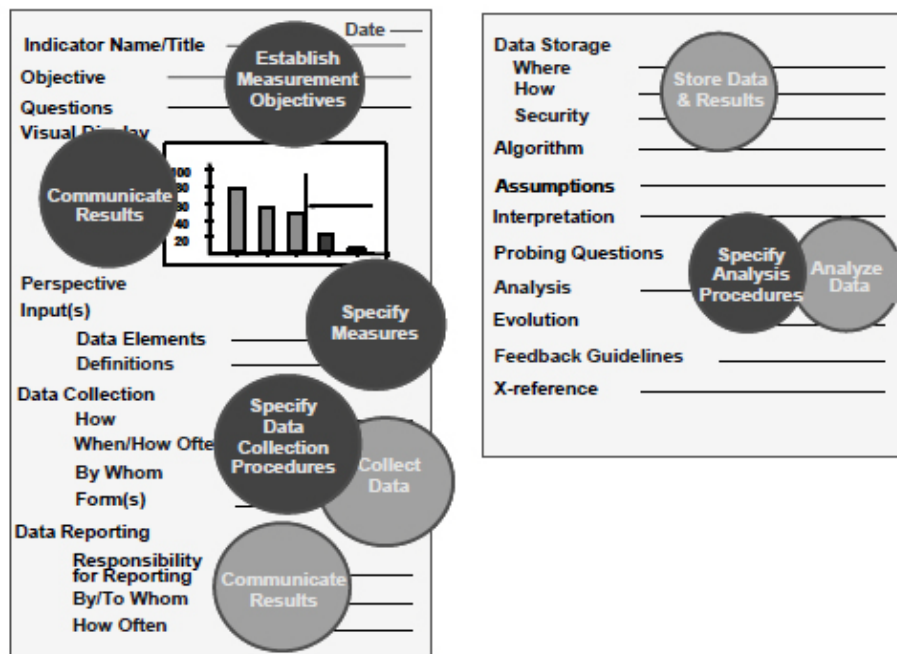
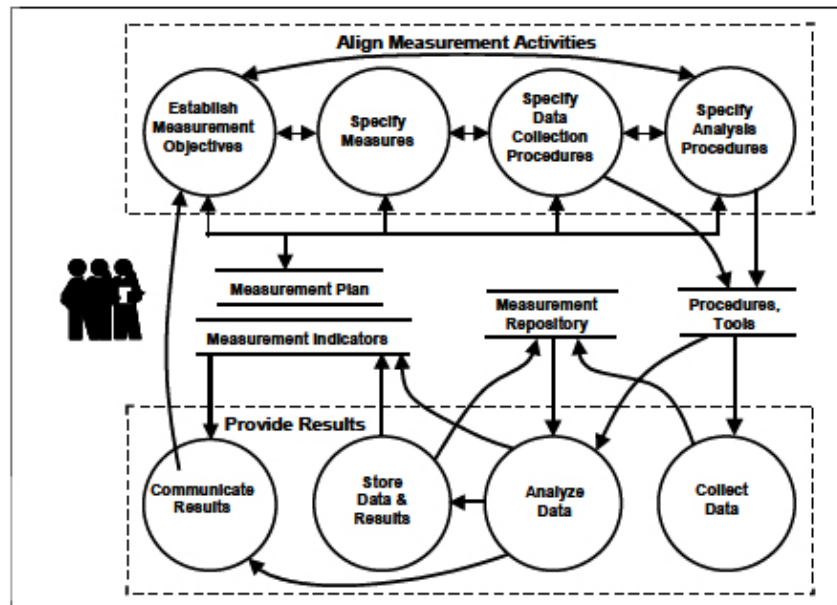


Figura 2.8 – Trazado de las prácticas del área de proceso MA-CMMI en la plantilla indicador

En resumen, BSC&GQ[I]M es una aproximación formal para medir la estrategia para SEOs. Además, esta puede ayudar a recoger, analizar e informar a través de la plantilla indicador, y adaptarse a la medición con CMMI. Por último, sus tres tipos de indicadores (éxito, progreso y análisis) permiten un diseño más preciso de indicadores desde un punto de vista del negocio.

2.3.3 Actividad Basada en Costes, Cuadro de Mando Integral y Modelo de Madurez de Capacidad (ABCM)

El modelo ABCM fue seleccionado debido a que adapto el modelo de Actividad Basada en Costes (ABC) a la industria del software. Tuan y otros (2006) sustituyeron la perspectiva financiera del BSC por el método ABC. ABC es un modelo de costes que identifica las actividades en una organización y relaciona costes de cada actividad con todos los productos y servicios conforme a la consumición de cada uno (Kaplan and Bruns 1987; Gunasekaran 1999).

Conforme al estudio por encuesta de Cotton et al. (2003), en Nueva Zelanda y el Reino Unido el modelo ABC fue significativamente importante y considerado como la base del éxito en la reducción de costes y en la gestión de costes de productos y servicios. Este modelo también es ampliamente usado en el sector público (Lienert 2008). Esta prevalencia soporta la selección del modelo ABCM como propuesta a ser analizada.

El modelo ABCM (Tuan et al. 2006) es una propuesta para la mejor del proceso software. Este combina tres modelos, la Actividad Basada en Costes (ABC), El Cuadro de Mando Integral (BSC, Balanced ScoreCard), y el CMM en tres niveles (véase la figura 2.9). En el *nivel estratégico*, el marco de gestión estratégica del BSC es seleccionado para definir la visión organizacional, acorde con la visión construir diferentes misiones en diferentes periodos. A *nivel gerencial*, el modelo CMM es guiado por metas, la estrategia, objetivos, y planes sobre programas tácticos de desarrollo de software. Entonces, en la empresa se define metas a largo plazo en concordancia con las misiones y formulan diferentes estrategias por cada meta en el periodo. A *nivel operacional*, los autores aplican el modelo ABC para identificar las actividades del proceso primario del plan táctico sobre el programa de desarrollo de software.

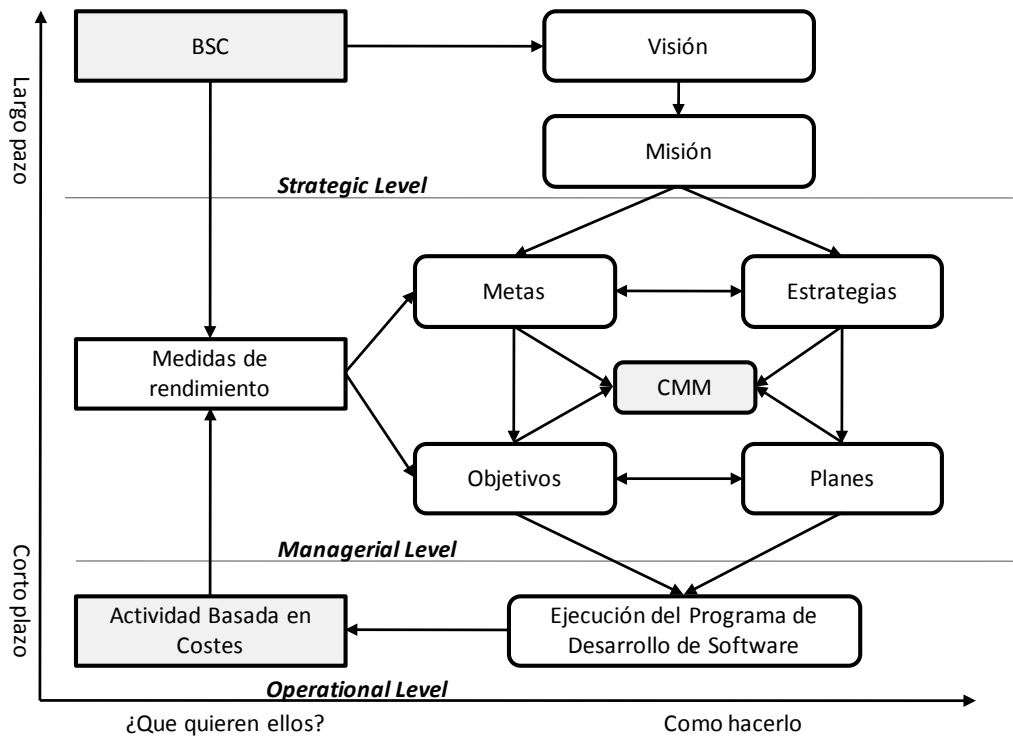


Figura 2.9 – Ilustración del modelo conceptual de ABCM

Los autores siguieron el modelo ABCM usando la disciplina “top-down”. A continuación se describe esta propuesta en cuatro etapas si dar información de la estrategia.

Etapas 1.

1. Definir la visión organizacional, y acorde con la visión definir un conjunto de misiones en distintos periodos.
2. Por cada periodo, fijar las metas en largos plazos, formular las estrategias, y crear un plan táctico del proceso de desarrollo de software (SDP, Software Development Process).
3. Después de hacer el plan táctico, establecer un consenso y compromiso común, y crear un plan de comunicación para concientizar al personal acerca de la visión y estrategia.
4. Desarrollar los objetivos, medidas, y metas a corto plazo en el BSC. Las perspectivas del BSC “proceso interno” y “aprendizaje & innovación” fueron cambiadas por perspectivas basadas en CMM. Por cada objetivo establecer el área de proceso del CMM y las prácticas relacionadas con los compromisos, habilidades, y actividades. Este paso es utilizado para evaluar el cumplimiento

parcial o total de las prácticas conforme a los compromisos, habilidades y actividades de cada área de proceso del CMM.

Etapas 2.

1. Identificar el proceso de desarrollo de software (SDP) crítico, definir su alcance, actividades, tareas, y limitaciones por proceso.

Etapas 3. Identificación de beneficios del nuevo SDP

1. Identificar los productos (ej. Funciones de software, programas tácticos, etc., véase la figura 2.9).
2. Analizar las actividades e identificar los costes directa o indirectamente relacionados con los productos (ej. Personal, soporte, etc., véase la figura 2.10).

Producto	Coste directo	Coste Indirecto
Funciones de Software	Hardware, Software, Personal administrativo	Comunicación interna, clima del ambiente de pruebas, coordinación del uso de memoria
Software Process Improvement	Personal	Soporte de entrenamiento, comunicación del consenso común, coordinación con el proceso administrativo

Figura 2.10 – Ejemplo de asignación de costes directo e indirectos a los productos según autores de ABCM

3. Selecciona las bases de asignación de costes para asignar los costes indirectos a los productos, y después supervisar la mejora.

Etapas 4.

1. Implementar el nuevo proceso de desarrollo de software y comprender el coste de su estructura. Al final de su implementación fijar las bases de la mejora continua del proceso.

2.4 Conclusiones

Como conclusión, se puede decir que la importancia del estado del arte reside en tres importantes aportaciones para el diseño de una propuesta que de solución al problema de *integración de la gestión estratégica, la mejora del proceso y la medición para gestionar eficientemente la competitividad de las SEOs*:

- **El estado actual de la gestión estratégica en la industria del software.** Un estudio de la situación actual de las propuestas dentro del proceso de la gestión estratégica aporta un conocimiento amplio con un abanico de aportaciones como punto de partida. Esto permite concentrar los esfuerzos de investigación en las aportaciones más relevantes al problema.
- **Análisis de las aportaciones de las propuestas actuales para crear un plan estratégico.** Para dar cabida al diseño de una propuesta original en la presente tesis, es relevante realizar un análisis de las contribuciones de las propuestas dentro del proceso de la gestión estratégica, específicamente aquellas áreas de conocimiento menos exploradas en estos entornos, como la medición de productos y procesos de software en relación a diseño y seguimiento de una estrategia en una SEO.
- **Importancia de las propuestas relacionadas al problema.** No es suficiente con realizar una descripción de las propuestas, sino que el tener evidencias de las propuestas relevantes a la solución del problema es indispensable, ya que la selección y mejora de técnicas, métodos, marcos y mecanismos para el diseño de la propuesta de tesis debe estar soportada con pruebas claras de su efectividad.

Por último, las propuestas de **PSM** (McGarry et al. 2002; Prasad et al. 2009), **BSC&GQ[I]M** (Goethert and Fisher 2003; Goethert and Sivi 2004), y **ABCM** (Tuan et al. 2006), descritas en la sección 2.3, formarán parte del capítulo 5 de validación de la presente tesis doctoral.

Capítulo III

Metodología Propuesta

3.	METODOLOGÍA PROPUESTA	49
3.1	Visión general del método	49
3.2	Alcance del método.....	51
3.3	Roles y su alineación con el personal de la SEO	52
3.4	Responsabilidades de los roles.....	55
3.5	Procesos de BOQM.....	60
	3.5.1 Proceso de análisis del contexto interno y externo.....	63
	3.5.2 Proceso de diseño de la estrategia	80
	3.5.3 Proceso de implementación de la estrategia.....	118
	3.5.4 Proceso de análisis, control y evaluación de la información.....	126
3.6	Técnicas del método.....	142

3. METODOLOGÍA PROPUESTA

En el presente capítulo III, se realiza una descripción de la metodología propuesta, sus objetivos, alcance y su arquitectura en la filosofía de procesos, además se detallan las técnicas y mecanismos que hacen posible la consumación del método.

3.1 VISIÓN GENERAL DEL MÉTODO

El método objetivo-cuestiones balanceado (BOQM, A Balanced Objective-Questions Method) tiene como objetivo general:

- Formular una estrategia para la SEO capaz de alinear los objetivos estratégicos con los objetivos de mejora mediante medidas presentadas de una forma balanceada desde cuatro perspectivas: la financiera, el proceso interno, el cliente y el aprendizaje y crecimiento.

BOQM consta de los siguientes objetivos específicos:

- Tener al equipo de implementación, de mando y medición entrenados y preparados para la implementación de BOQM (**O.A1.1**).
- Obtener los puntos fuertes y débiles de la SEO, tanto del contexto interno como del externo (**O.A1.2**).
- Haber definido la visión y misión de la SEO (**O.D2.1**).
- Haber formulado los objetivos estratégicos (**O.D2.2**).
- Tener todos los modelos operativos definidos por cada objetivo estratégico (**O.D2.3**).
- Haber dividido cada objetivo estratégico en objetivos de medibles de mejora (**O.D2.4**).
- Tener todos los indicadores, el procedimiento de recogida, almacenamiento y reporte de medición diseñados (**O.D2.5**).
- Tener los objetivos de mejora correctamente priorizados (**O.D2.6**).
- Haber ejecutado los modelos operativos (**O.I3.1**).
- Haber ejecutado el proceso de medición (**O.I3.2**).
- Haber analizado y actualizado todos los constructores de medición y el BSC (**O.ACE4.1**).
- Haber presentado BSC al mando directivo y táctico y todos los CMs a sus correspondientes usuarios de medición (**O.ACE4.2**).
- Haber evaluado la satisfacción de los usuarios de medición y el rendimiento de BOQM y tener el informe de experiencias y mejoras concluido para la siguiente implementación de BOQM (**O.ACE4.3**).

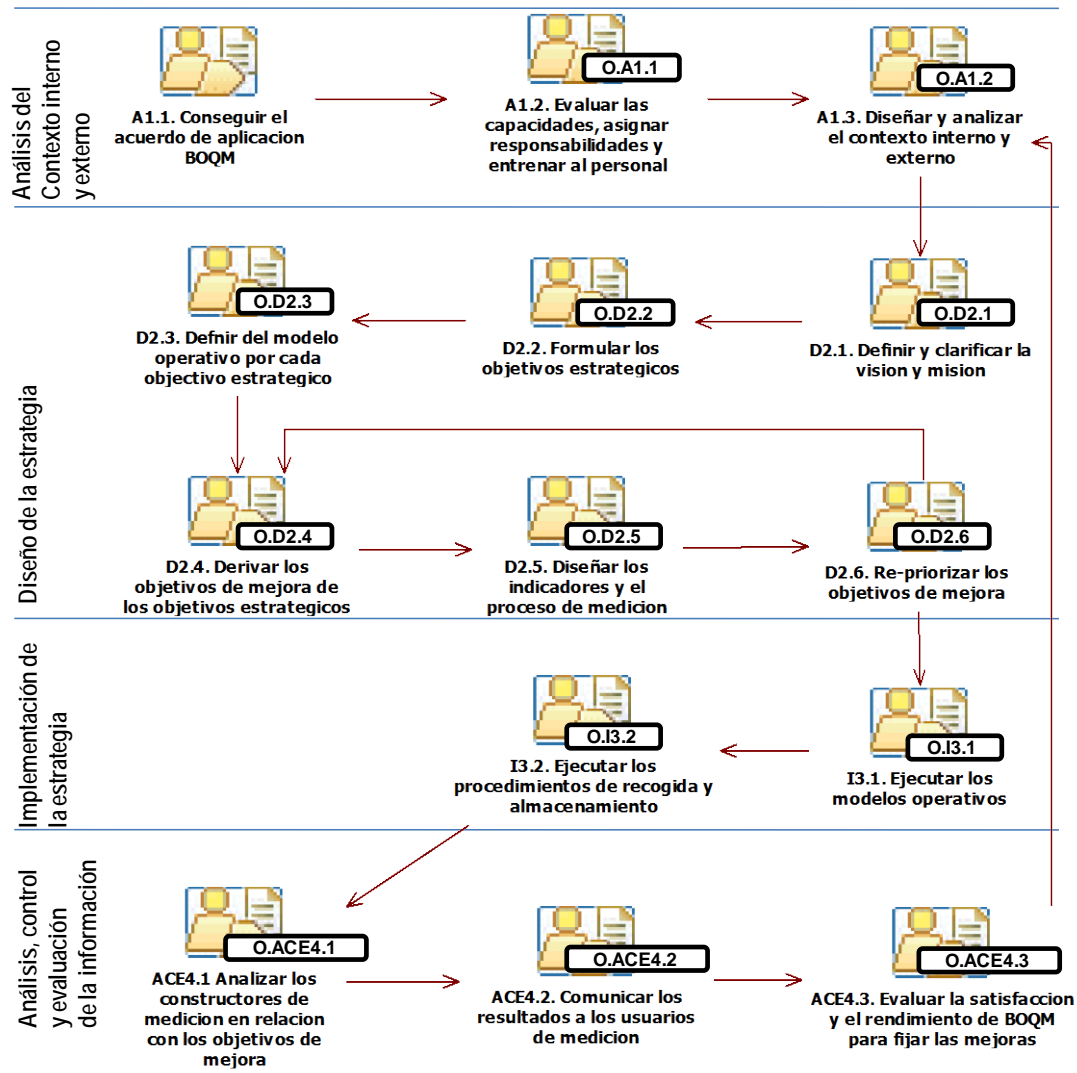


Figura 3.1 – Procesos de BOQM: diagrama del flujo de actividades

Los objetivos específicos mencionados anteriormente están relacionados con su actividad necesaria para asegurar dicho objetivo. Esta relación se puede observar en el diagrama de actividades de BOQM en la figura 3.1, donde también se muestran los procesos delimitando su conjunto actividades.

La implementación de BOQM ofrece las siguientes funcionalidades.

- La evaluación de capacidades y la asignación de responsabilidades a los roles definidos en BOQM. Esta asignación de roles permitirá dar un entrenamiento personalizado y un mejor seguimiento a la implementación de BOQM, ya que BOQM fue creado con la filosofía de procesos, es decir, proceso-actividad-tareas, y por cada tarea sus correspondientes roles, técnicas, entradas y salidas.
- El análisis del contexto interno y externo de la SEO, en el que se identifican las vulnerabilidades necesarias a solventar. Dicho análisis facilitará la definición de los objetivos estratégicos resolviendo las mayores carencias identificadas en la SEO.

- La formulación de objetivos estratégicos y descomposición de este en un subconjunto objetivos de mejora para medir producto o proceso de software. Esta descomposición en partes medibles permitirá definir de una forma más precisa el conjunto de indicadores por cada objetivo de mejora.
- El diseño de un modelo operativo por cada objetivo estratégico en el que se establecen las acciones para asegurar dicho objetivo.
- La definición de un programa de medición y sus indicadores correctamente alineados a cada objetivo de mejora. El programa y los indicadores permitirán institucionalizar la recogida, almacenamiento, reporte y soporte de la información medible en la SEO.
- La clasificación de los objetivos de mejora y sus indicadores en un cuadro de mando integral. La clasificación en cuadro de mando integral permitirá reportar el estado actual de la estrategia en su totalidad.
- La evaluación del uso y contenido de los indicadores, además del rendimiento y costes de BOQM. Los resultados de la evaluación servirán para establecer las mejoras para la próxima implementación del BOQM.

3.2 ALCANCE DEL MÉTODO

Las entradas externas que se encuentran fuera del límite del proceso de BOQM son procedentes de las siguientes áreas de conocimiento (véase la figura 3.2):

- La gestión de mercado.
 - *Estado del mercado e industria local.* Este reporte será de utilidad para la identificación de las vulnerabilidades que tiene la SEO frente a la competencia en el mercado y la industria actual.
- Gestión de recursos humanos.
 - *Información curricular del personal.* Esta información es básica para la evaluación de las capacidades del personal y la asignación de responsabilidades.
- Ingeniería del proceso software.
 - *Experiencias previas y actual de las iniciativas de mejora del proceso software* (SPI, Software Process Improvement). Un reporte de las experiencias SPI ofrece un conjunto de prácticas a no realizar para la nueva integración de la siguiente iniciativa SPI.
 - *Productos de trabajo a medir generados por la iniciativa SPI actual.* Muchos productos de trabajo generados por las prácticas de las iniciativas SPI contienen información cuantificable necesaria para ser recogida, almacenada y presentada en indicadores.
- Gestión financiera
 - *Reporte de estimación de costes original.*

- *Reporte de contabilidad de los costes periódicos.* Ambos reportes servirán para crear un indicador de rendimiento de coste y programa.

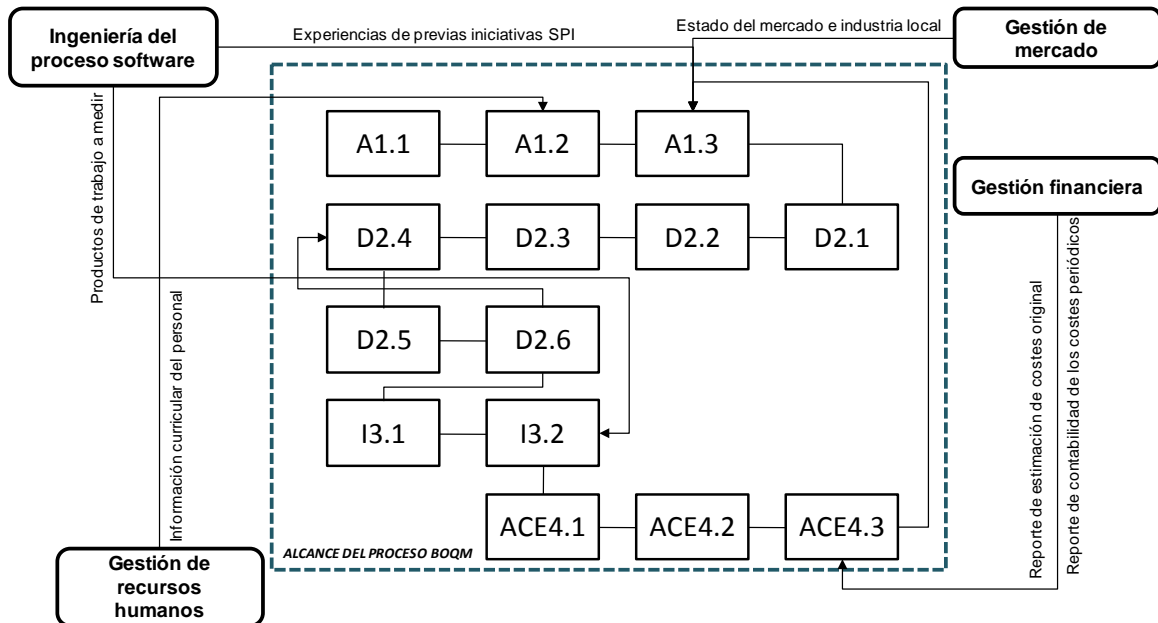


Figura 3.2 – Productos de entrada fuera del alcance del proceso BOQM

3.3 ROLES Y SU ALINEACIÓN CON EL PERSONAL DE LA SEO

A continuación, se definen los roles de BOQM y el posible personal de la SEO que puede cumplir con dicho papel. También, se proporciona un ejemplo de cómo crear un organigrama de BOQM con el personal de una SEO.

La descripción de los roles y su relación con el personal de la SEO se pueden apreciar en la tabla 3.1, en la primera columna se puede apreciar el nombre distintivo del equipo de roles, en la segunda columna, todos los roles implicados en el proceso de BOQM, en la tercera columna, la descripción del rol, y en la cuarta columna, el posible cargo del personal interno o externo de la SEO que puede desempeñar el rol.

Tabla 3. 1 Descripción de los roles de BOQM

Equipos	Rol	Perfil	Alineación de los roles con el personal interno o externo a la SEO
Equipo de implementación (EI)	Ejecutor (E)	Es una persona identificada dentro de la organización quien tiene la responsabilidad primaria para aplicar BOQM y está motivada para hacerlo.	Jefe de información (CIO, Chief Information Officer), Director técnico (CTO, Chief Technical Officer), Director de TI, Experto en medición/proceso interno.
	Líder (L)	El proceso entero es facilitado por el líder de BOQM. Es quien visionamos como alguien fuera de la organización, actúa como consultor en la ayuda de la organización al aplicar la propuesta correctamente. Es lo suficientemente experto para entrenar al personal.	Miembro del acuerdo del proyecto de medición (JMP, Joint Measurement Project) en el contrato.
	Miembro (M)	No forma parte de la organización. Su propósito es ayudar a aplicar la propuesta. Es también un experto en medición capaz de dar el entrenamiento al personal.	Miembro del acuerdo del proyecto de medición (JMP, Joint Measurement Project) en el contrato.
Equipo de mando (EMa)	Mando Directivo (MD)	Tiene un nivel de gestión alto en la organización y tendrá una participación en el proceso y en el diseño el plan estratégico a nivel directivo.	Jefe de información (CIO, Chief Information Officer), Director ejecutivo (CEO, Chief Executive Officer), Junta directiva (Board of Directors), Director de TI.
	Mando Táctico (MT)	Tiene un nivel medio de gestión dentro de la organización, su participación será activa en proceso para la elaboración de un plan estratégico desde su perspectiva como nivel de mando a nivel gerencial o táctico.	Director de TI, Jefe de división (División Heads), Jefe de la unidad de negocio, Gestor de proyectos.
	Mando Operativo (MO)	Es el encargado de los proyectos en la organización, tendrá una participación totalmente activa en el diseño de la estrategia y el programa de medición.	Gestor de proyectos, Líder del equipo de calidad (QA leader, Quality Assurance Leader).
Equipo de medición (EMe)	Propietario del proceso de medición (PPM)	Es el responsable del proceso de medición (Según la norma ISO/IEC 15939).	Líder del equipo de calidad (QA leader, Quality Assurance Leader), gestor de proyectos, Experto en medición/procesos.
	Analista de Medición (AM)	Es el encargado de la planificación, rendimiento, evaluación y mejora de la medición (Según la norma ISO/IEC 15939).	Líder del equipo de calidad (QA leader, Quality Assurance Leader), Experto en medición/procesos.
	Bibliotecario de Medición (BM)	Es el responsable de la gestión de la recogida y almacenamiento de los datos de medición (Según la norma ISO/IEC 15939).	Miembro del equipo de calidad (Member of QA team).

Conociendo los roles, se prosigue con la descripción del organigrama de BOQM. En este organigrama se presentan todos los roles de BOQM en orden jerárquico. En la

figura 3.3 se ilustra la jerarquía de los responsables de generar y mantener la información medible y los responsables de tomar las decisiones críticas con dicha información. A la izquierda, se encuentran el equipo de mando, es decir, los distintos niveles de mando en la SEO, el nivel directivo, el táctico y el operativo. Estos mandos son los usuarios de la información generada por el equipo de medición, como se muestra en la parte de la derecha y abajo en la figura 3.3. El equipo de medición está formado por el propietario del proceso de medición, el analista de medición y el bibliotecario de medición. El equipo de implementación está formado por el líder, el miembro y el ejecutor. Estos dos primeros son los encargados de la implementación del método y entrenamiento del personal de la SEO. Por último, el ejecutor entra como observador durante la primera implementación de BOQM, ya que en el siguiente ciclo tendrá los conocimientos necesarios para sustituir al líder y al miembro. El propósito de este cambio es hacer a la SEO autosuficiente.

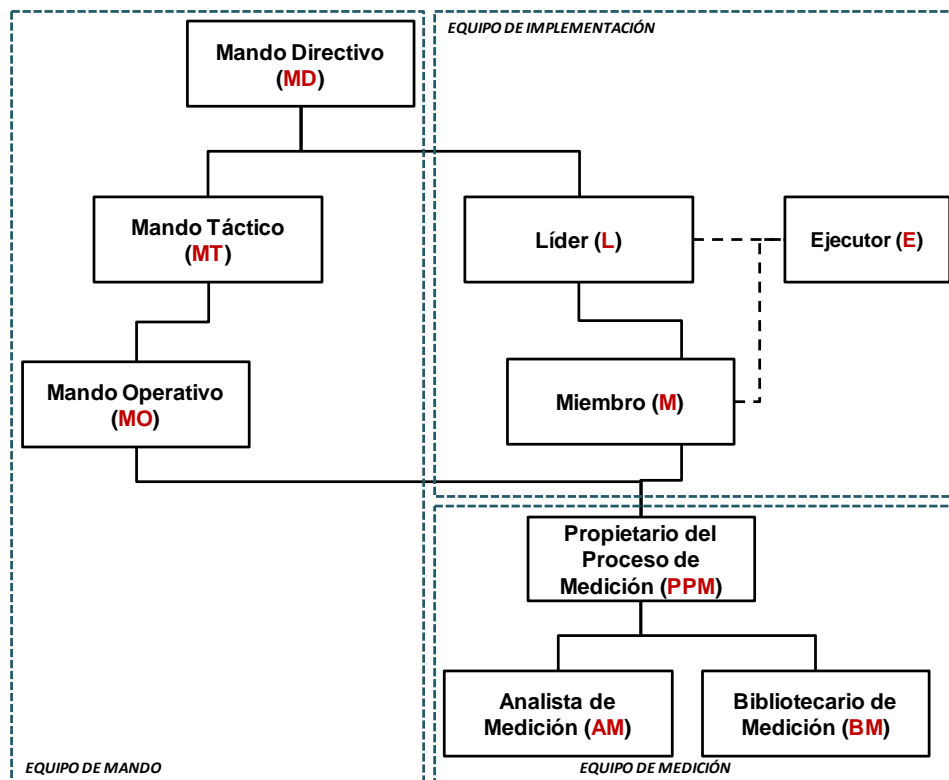


Figura 3.3 – Organigrama de BOQM

El trabajo de alinear el organigrama de BOQM con el organigrama de la SEO resulta práctico conociendo la posible alineación de los roles con el personal interno o externo a la SEO, dicha alineación se puede apreciar en la tabla 3.1. Un ejemplo práctico se puede ver en la figura 3.4, en donde se asignaron los roles en base al perfil del personal del instituto Fraunhofer para la experimentación en ingeniería del software, específicamente la división de desarrollo de software (DS) (http://www.iese.fraunhofer.de/competence/development/software_development.jsp). El rol de mando directivo se asigna al director de la división, los roles de mando táctico y mando operativo son asignados a una persona, este caso a jefe del departamento de ingeniería de requerimientos y usabilidad. Para asignar los roles del equipo de medición y el ejecutor, se puede pedir la colaboración del departamento de otra división,

específicamente el departamento de medición y procesos de la división de gestión de la calidad (GC) (<http://www.iese.fraunhofer.de/competence/quality/pam/index.jsp>) debido a la naturaleza de sus servicios. El rol de ejecutor es para el jefe del departamento de medición y proceso debido a su perfil con conocimiento estratégico y de medición. El rol de propietario del proceso de medición es para un gestor de proyectos, y los roles de analista de medición y bibliotecario de medición se asignan a dos miembros del servicio de medición en el desarrollo de sistemas. Por último, los roles de líder y miembro son para quienes presentan la propuesta de implementación BOQM como solución al problema de la alineación de la estrategia con la medición de productos y procesos de software. Los roles de líder y miembro se mantendrán en el primer ciclo de BOQM ya que en el segundo serán sustituidos por el ejecutor. En total, se bosquejaron solo seis personas internas de la SEO y dos externas (el líder y el miembro) para implementar BOQM.

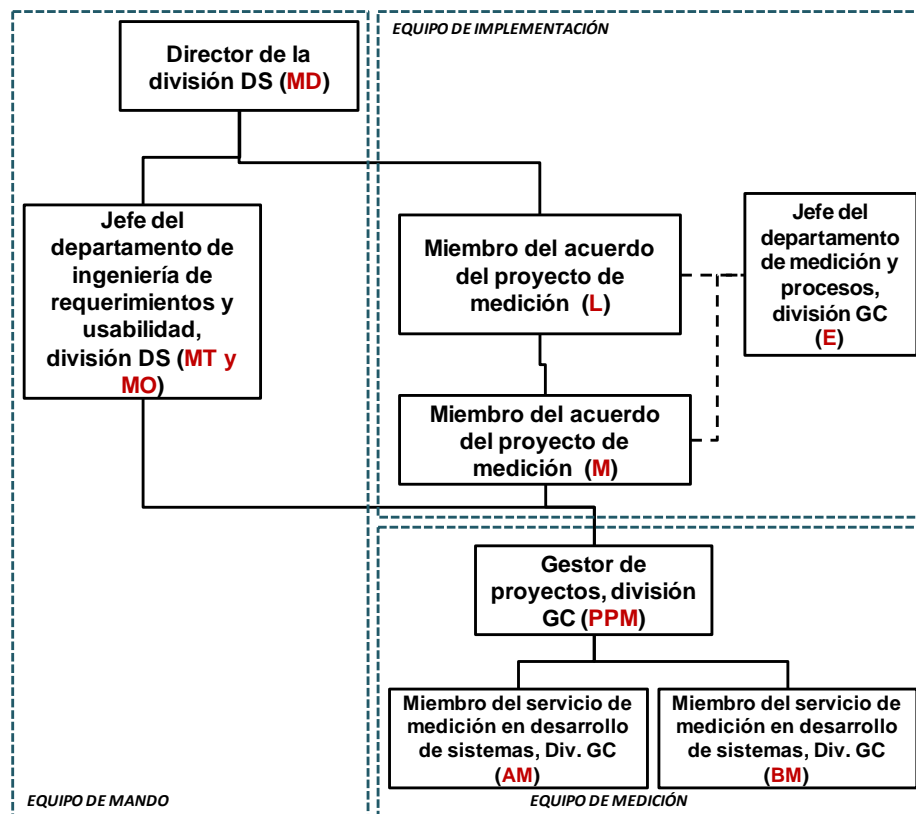


Figura 3.4 – Organigrama de roles asignados a una SEO

3.4 RESPONSABILIDADES DE LOS ROLES

Es relevante definir las responsabilidades de los roles conforme a las actividades dentro del proceso de BOQM por las siguientes razones:

- Al evaluar las capacidades del personal, es más preciso encontrar el ajuste deseado entre el rol y el personal interno o externo de la SEO, esto se debe a que las responsabilidades del rol determinan el nivel de ajuste con la experiencia del personal.

- El informar desde el inicio de la implementación de BOQM cuáles son las responsabilidades al personal con su rol asignado, aclara su función dentro del proceso.
- El entrenamiento se personaliza a mayor medida sabiendo antemano que necesita aprender cada rol.

En las siguientes tablas (desde tabla 3.2 hasta 3.6) se describen las responsabilidades de cada rol en base a su actividad correspondiente.

Tabla 3.2 Responsabilidades de los roles de BOQM (Parte I)

Rol	Responsabilidad	Actividad
Ejecutor (E)	Tomar un entrenamiento para la implementación del proceso BOQM.	A1.2
	Durante todo el proceso será un observador y en el siguiente ciclo de BOQM tendrá que jugar el papel de líder de BOQM y miembro de BOQM.	Todas las actividades de L y M a partir de A1.1
Líder (L)	Proporcionar una charla motivacional acerca de BOQM al mando directivo con el fin de obtener el contrato de implementación de BOQM, Aprox. 20Min.	A1.1
	Evaluar las capacidades del personal para asignarla a su correspondiente rol de BOQM. Y proporciona un entrenamiento personalizado mediante dos talleres de trabajo, uno acerca del proceso completo de BOQM para el E y el otro taller acerca del uso de la información cuantificable para quienes toman decisiones como el MD, MT, MO, etc...	A1.2
	Identificar los puntos fuertes y débiles de las experiencias previas SPI.	A1.3
	Colaborar con la definición de visión y misión de la SEO.	D2.1
	Colaborar y guiar la definición de los objetivos estratégicos.	D2.2
	Guiar en la alineación de las vulnerabilidades encontradas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos. Además, apoyar con la definición del modelo operativo por cada objetivo estratégico.	D2.3
	Colaborar y guiar en la descomposición de los objetivos estratégicos en piezas medibles y a que estas piezas se formalicen en objetivos de mejora. También, colaborar con la identificación del proceso o fase según la iniciativa SPI que pueda aportar información medible por cada objetivo de mejora.	D2.4
	En base a la información obtenida de la evaluación del rendimiento y coste de BOQM y el indicador de satisfacción de los usuarios de medición, aportar con puntos de mejora para el proceso de BOQM y sus indicadores.	ACE4.3

Tabla 3.3 Responsabilidades de los roles BOQM (Parte II)

Rol	Responsabilidad	Actividad
Miembro (M)	Participar en la charla motivacional presentada al mando de alto nivel, específicamente el uso de información medible mediante un cuadro de mando y como se obtiene dicha información con documentación generada por iniciativas SPI. Aprox. 15Min.	A1.1
	Colaborar con la evaluación de los currículos del personal para determinar su capacidad para ejecutar un rol de BOQM. Además, colaborar con el entrenamiento mediante tres talleres de trabajo, uno acerca el proceso completo de BOQM para el E y el otro taller acerca del uso de la información cuantificable para quienes toman decisiones como el MD, MT, MO, etc... El último taller trata del proceso de medición y va dirigido al equipo de medición (PPM, AM y BM).	A1.2
	Colaborar y asesorar durante la definición del proceso de medición e indicadores.	D2.5
	Colaborar con la propuesta de re-priorización de los objetivos de mejora mediante la identificación las relaciones causa –efecto de sus correspondientes indicadores.	D2.6
	Ayudar durante la evaluación de BOQM con la definición de los indicadores de rendimiento de coste y programa y el de satisfacción de los usuarios de medición.	ACE4.3
Mando Directivo (MD)	Recibe una charla motivacional acerca de BOQM.	A1.1
	Da su aprobación a la propuesta de asignación de roles BOQM con el personal de la SEO. También, debe atender el taller dirigido al equipo de mando para tener un conocimiento del uso de la información medible.	A1.2
	Confirmar los puntos fuertes y débiles identificados del análisis del contexto interno y externo de la SEO.	A1.33
	Definir y clarificar la visión y misión de la SEO.	D2.1
	Formular los objetivos estratégicos.	D2.2
	Participar en la identificación de las vulnerabilidades de la SEO y su alineación con los puntos fuertes y objetivos estratégicos. Además de apoyar con la definición del modelo operativo por cada objetivo estratégico.	D2.3
	Descomponer los objetivos estratégicos en piezas medibles y a que estas piezas se formalicen en objetivos de mejora. Por último, priorizar los objetivos de mejora por importancia.	D2.4
	Aprobar y firmar el compromiso de implementación de BOQM en donde se comprometen todos los roles a realizar sus funciones pertinentes.	I3.1
	Ayudar a fijar las mejoras del proceso de implementación de BOQM y la información cuantificable presentada a los usuarios de medición para el siguiente ciclo de BOQM.	ACE4.3

Tabla 3.4 Responsabilidades de los roles BOQM (Parte III)

Rol	Responsabilidad	Actividad
Mando Táctico (MT)	Asistir al taller de formación del equipo de mando para comprender como usar la información cuantificable.	A1.2
	Presentar la documentación de las previas experiencias SPI y formular un reporte de las buenas y malas experiencias con las iniciativas de mejora implantadas con anterioridad y la actual. Además, ayudar a identificar los puntos fuertes y débiles de dichas iniciativas de mejora.	A1.3
	Colaborar con la formulación de los objetivos estratégicos.	D2.2
	Colaborar con la alineación de las vulnerabilidades encontradas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos. Además de apoyar con la definición del modelo operativo por cada objetivo estratégico.	D2.3
	Colaborar con la descomposición de los objetivos estratégicos en piezas medibles y a que estas piezas se formalicen en objetivos de mejora. Por último, priorizar los objetivos de mejora por importancia.	D2.4
	Colaborar con la propuesta de re-priorización de los objetivos de mejora mediante la identificación las relaciones causa–efecto de sus correspondientes indicadores.	D2.6
	Auxiliar con la fijación de las mejoras del proceso de implementación de BOQM y la información cuantificable presentada a los usuarios de medición para el siguiente ciclo de BOQM.	ACE4.3
Mando Operativo (MO)	Asistir al taller de formación del equipo de mando para comprender como usar la información cuantificable.	A1.2
	Colaborar con la identificación del proceso o fase según la iniciativa SPI que pueda aportar información medible por cada objetivo de mejora.	D2.4
	Colaborar con la identificación de las medidas de los indicadores apoyándose con el modelo de análisis de BOQM	D2.5
	Presentar el <i>reporte del coste estimado original</i> en base a los costes presupuestados acumulados mensualmente durante la aplicación de BOQM y los <i>reportes de contabilidad de los costes periódicos</i> en base a los costes reales acumulados por el trabajo programado mensualmente y los costes presupuestados acumulados por el trabajo completado mensual de la aplicación de BOQM. Por último, colaborar con la fijación de las mejoras del proceso de implementación de BOQM y la información cuantificable presentada a los usuarios de medición para el siguiente ciclo de BOQM.	ACE4.3

Tabla 3.5 Responsabilidades de los roles BOQM (Parte IV)

Rol	Responsabilidad	Actividad
Propietario del proceso de medición (PPM)	Asistir al taller dirigido para el equipo de medición con el fin de conocer el proceso de medición y como definir indicadores.	A1.2
	Auxiliar con la definición de indicadores por objetivo de mejora. Identificar las medidas de cada indicador apoyándose con el modelo de análisis de BOQM. También, participar en la definición del nombre del indicador, su interpretación, el usuario de medición, y el criterio de decisión.	D2.5
	Definir las mejoras del proceso de implementación de BOQM y la información cuantificable presentada a los usuarios de medición para el siguiente ciclo de BOQM.	ACE4.3
Analista de Medición (AM)	Asistir al taller dirigido para el equipo de medición con el fin de conocer el proceso de medición y como definir indicadores.	A1.2
	Participar en la definición de los indicadores. Colaborar con la definición de medidas utilizando el modelo de análisis de BOQM. Además, determinar el nombre del indicador, la interpretación frente al objetivo de mejora, el usuario de medición del indicador. Cabe destacar su participación en los pasos más detallados como la definición del recurso a recoger datos medibles por cada medida base definida de cada indicador, y por cada recurso definir su procedimiento de recogida. Para terminar, definir las formulas en base a las medidas base o derivadas necesarias para obtener el valor deseado.	A2.5
	Por cada indicador actualizar su modelo de análisis acorde con el periodo de recogida de datos, también actualizar el valor actual en el criterio de decisión. Crear o actualizar el cuadro de mando integral con los estados actuales de los objetivos y sus indicadores.	ACE4.1
	Gestionar las peticiones de información de los usuarios de medición. Enviar los indicadores conforme al periodo de reporte de cada indicador. También, enviar el cuadro de mando integral al mando directivo.	ACE4.2
	Enviar la encuesta de usabilidad y contenido de los indicadores a los usuarios de medición. Recoger los datos de las encuestas y de costes del reporte del coste estimado original y los reportes de contabilidad de los costes periódicos. Y construir dos indicadores, uno de satisfacción del usuario de medición y otro del rendimiento de coste y programa de BOQM. Aportar ideas para la fijación de las posibles mejoras de la siguiente implementación de BOQM en base a los resultados de los dos indicadores mencionados anteriormente.	ACE4.3

Tabla 3.6 Responsabilidades de los roles BOQM (Parte V)








Rol	Responsabilidad	Actividad
Bibliotecario de Medición (BM)	Asistir al taller para el equipo de medición con el fin de comprender como definir un proceso de medición e indicadores.	A1.2
	Colaborar con la definición de indicadores. Por cada indicador y en cada medida base, definir de qué recurso electrónico o de mano se recogerán datos medibles, y por cada recurso definir el procedimiento de recogida y almacenamiento, además del método de medición para extraer el valor deseado del recurso. También, definir por medida base el atributo, la escala, el tipo de escala y la unidad de medición. Cabe destacar su participación en los pasos más detallados como la definición del recurso a recoger datos medibles por cada medida base definida de cada indicador, y por cada recurso definir su procedimiento de recogida.	D2.4
	Dar seguimiento al proceso de recogida de datos medibles, almacenar los datos en su correspondiente repositorio y actualizar los indicadores.	I3.2
	Colaborar con el envío de la encuesta de usabilidad y contenido de los indicadores a los usuarios de medición y recoger y almacenar los resultados de las encuestas. Recoger y almacenar los datos de las encuestas y de costes del reporte del coste estimado original y los reportes de contabilidad de los costes periódicos. Y construir dos indicadores, uno de satisfacción del usuario de medición y otro del rendimiento de coste y programa de BOQM.	ACE4.3

3.5 PROCESOS DE BOQM

Para iniciar con la descripción del proceso, se definirá el meta-modelo que se utilizó para representar la arquitectura de BOQM. El meta-modelo para la ingeniería del proceso software (SPEM, Software Process Engineering Meta-Model) (OMG 2008) es una especificación del grupo de gestión de objetos (OMG, Object Management Group), es usado para definir procesos de desarrollo de sistemas y software y sus componentes. Su objetivo es abarcar un amplio rango de métodos de desarrollo y procesos de diferentes estilos, niveles de formalismo, modelos de ciclo de vida, etc.

En esta descripción de la propuesta de tesis, se utiliza el paquete estructura del proceso del meta-modelo SPEM 2.0 mediante los iconos de estereotipos. Para la descripción de la arquitectura del proceso de BOQM se utilizaron los iconos ilustrados en la tabla 3.7, en la primera columna se sitúan los iconos, y en la segunda, la descripción del mismo.

Tabla 3.7. Iconos de estereotipos definidos en SPEM

Iconos	Definición
 Proceso	El proceso es un componente desglosable y ejecutor de la definición del trabajo que representa una relación entre las instancias de actividades y el uso de los roles en las instancias.
 Actividad	La actividad es una concreta definición de trabajo que representa una unidad general de trabajo asignable a ejecutores específicos representados por el uso de uno o más roles.
 Tarea	La tarea es un elemento que contiene el método y la definición de trabajo que indica como el trabajo es ejecutado por los roles. Una tarea esta asociada a productos de trabajo de entrada y salida.
 Producto de trabajo	El producto de trabajo es un elemento que es usado, modificado, y producido por tareas.
 Rol(es)	Un rol(es) es un elemento que se define como un conjunto de habilidades, competencias y responsabilidades. Los roles son usados por las tareas para definir quién las ejecuta, así como también para definir un conjunto de productos de trabajo de los cuales está encargado.
 Guía	La guía es un elemento describible que provee información adicional relacionada con elementos describibles. Algunos ejemplos de guías pueden ser líneas guías, plantillas, técnicas, mecanismos, etc.
 M O	Los símbolos de M y O no forman parte de SPEM, estos solo indican si el producto de trabajo requerido para realizar una tarea lo facilita el método (M) o a la organización (O), de cualquier otra forma el producto es sencillamente el resultado de seguir una tarea dentro del método.

BOQM está compuesto de cuatro procesos: *Análisis del contexto interno y externo, diseño de la estrategia, implementación de la estrategia, y análisis, control y evaluación de la información* (véase la figura 3.4). En las siguientes sub-secciones se describe cada proceso en detalle. Otro formato de la arquitectura de BOQM está disponible en versión al Ingles en la Web, <http://sel.inf.uc3m.es/hmitre/BOQM.html>.

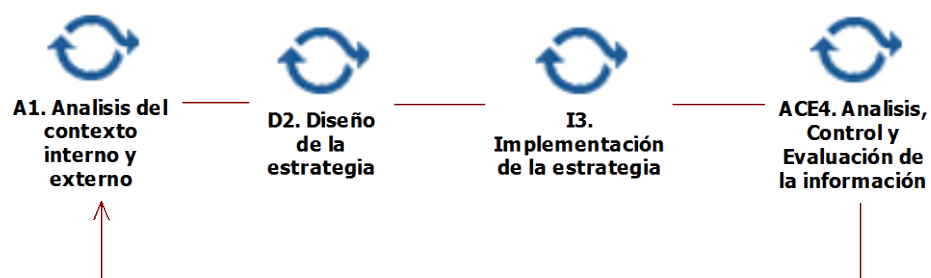


Figura 3.5 – Procesos del método BOQM

A1: PROCESO DE ANÁLISIS DEL CONTEXTO INTERNO Y EXTERNO

Objetivos del proceso

- Tener al equipo de implementación, de mando y medición entrenados y preparados para la implementación de BOQM (**O.A1.1**). *El objetivo se cumple completando la actividad A1.2.*
- Obtener los puntos fuertes y débiles de la SEO, tanto del contexto interno como del externo (**O.A1.2**). *El objetivo se cumple completando la actividad A1.3.*

El alcance de este proceso se puede apreciar en la figura 3.6.

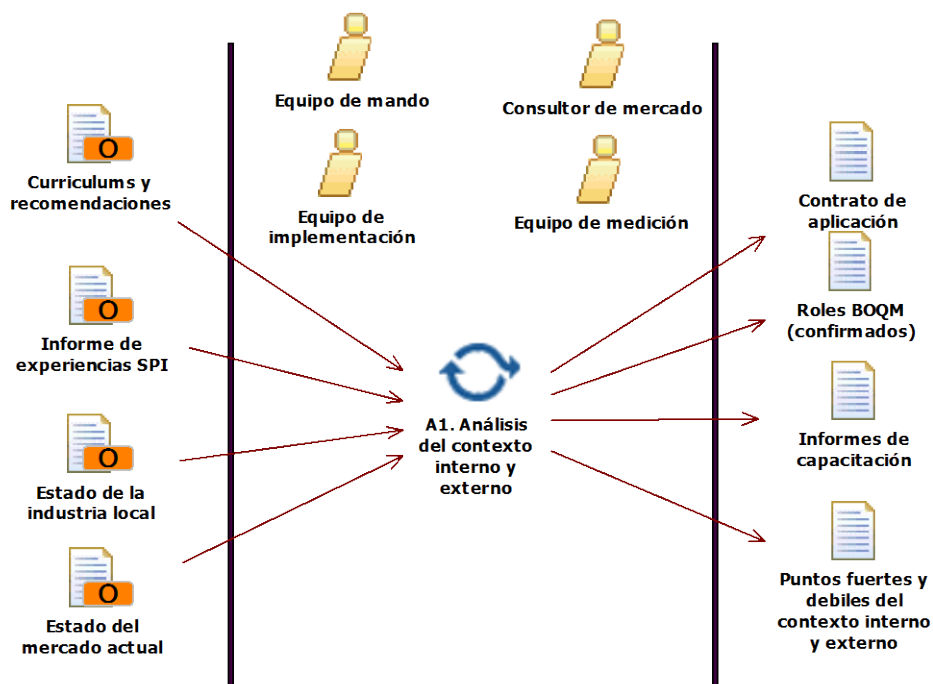


Figura 3.6 – Proceso A1. Análisis del contexto interno y externo: entradas, salidas y roles

Entradas requeridas

- Curriculums y recomendaciones.
- Informe de experiencias SPI
- Estado del mercado local
- Estado de la industria local

Roles

- Equipo de implementación
- Equipo de medición
- Equipo de mando
- Consultor de mercado (opcional).

Actividades a realizar

Para la elaboración del análisis del entorno es necesario seguir las siguientes actividades (véase la figura 3.7).

- Conseguir el acuerdo de aplicación (**A1.1**).
- Evaluar las capacidades, asignar responsabilidades y entrenar al personal (**A1.2**).
- Diseño y análisis del contexto interno y externo (**A1.3**).

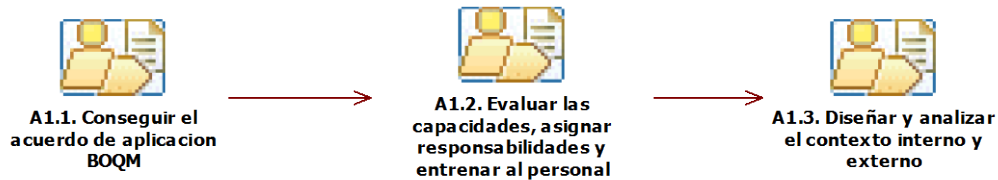


Figura 3.7 –Proceso A1. Análisis del contexto interno y externo: diagrama de actividades

Salidas

- Contrato de aplicación
- Roles de BOQM (confirmados)
- Pruebas de aprendizaje
- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado)

A1.1: CONSEGUIR ACUERDO DE APLICACIÓN BOQM

Objetivo de la actividad

Conseguir el acuerdo para implementar BOQM. En la tabla 3.8 se muestran las tareas para completar dicha actividad.

Tabla 3.8. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación corta BOQM • Panfleto BOQM 	<ul style="list-style-type: none"> • A.1.1.1. Obtener el contrato del proyecto de medición 		<ul style="list-style-type: none"> • Contrato
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Líder • Miembro • Mando Directivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentaciones 	

A1.1.1: Obtener el contrato del proyecto de medición

Objetivo de la tarea

Obtener el contrato del proyecto de medición (véase la fig. 3.8).

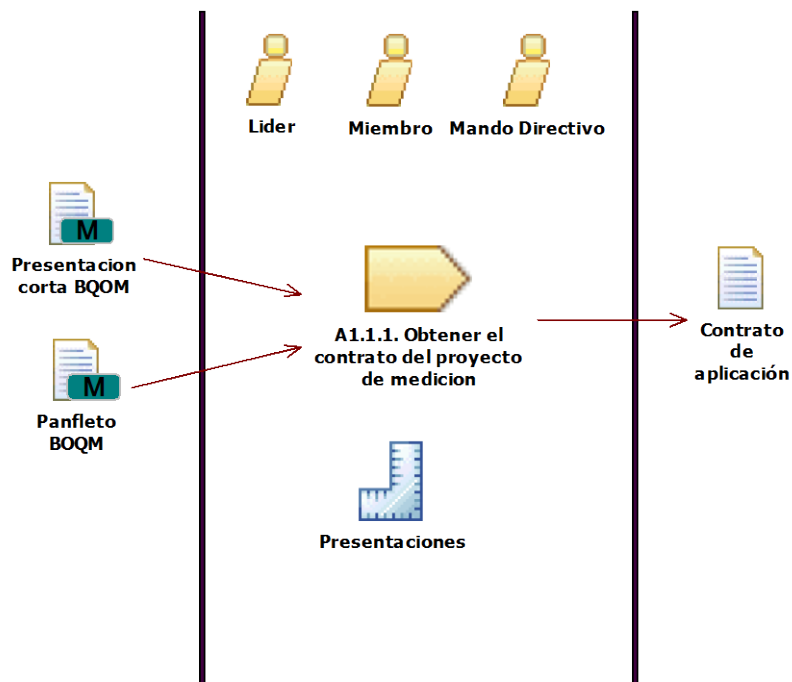


Figura 3.8 – Tarea A1.1.1. Obtener el contrato del proyecto de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Presentación corta de BOQM

- Panfleto BOQM

De salida

- Contrato de aplicación

Técnicas

- Presentaciones

Roles

- Líder
- Miembro
- Mando directivo

Descripción

En esta tarea, el líder y el miembro de BOQM darán una **presentación** de BOQM al mando de alto nivel de la organización. Se trata de una presentación corta de 20 minutos acerca de los beneficios de implementar BQOM en el que se utilizan dos productos de trabajo, la presentación corta de BOQM y el panfleto. El propósito de esta tarea es conseguir el contrato como producto de salida. Dicho contrato es un acuerdo de aplicación de un programa de medición en el que se contemplan los recursos humanos y tecnológicos de la SEO, además del periodo de aplicación de programa. En el contrato quedará como tarea pendiente, el asignar personal de la SEO a los correspondientes roles de ejecutor, el equipo de mando y el equipo de medición.

A1.2: EVALUAR DE LAS CAPACIDADES, ASIGNAR RESPONSABILIDADES Y ENTRENAR AL PERSONAL

Objetivo de la actividad

Haber seleccionado al personal de BOQM y haberlo entrenado para una buena implementación. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Currículums y recomendaciones • Perfiles de los roles de BOQM • Tutorial para equipo de mando y ejecutor • Tutorial para equipo de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • A.1.2.1. Evaluar las capacidades del personal • A1.2.2. Asignar roles de BOQM • A1.2.3. Entrenar al equipo de mando y al ejecutor • A1.2.4. Entrenar al equipo de medición 		<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de los candidatos a los roles BOQM • Roles BOQM (confirmados) • Pruebas de aprendizaje
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de implementación • Equipo de mando • Equipo de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Entrevistas • Talleres de trabajo 	

A1.2.1: Evaluar las capacidades del personal

Objetivo de la tarea

Obtener los posibles candidatos a los roles BOQM. La visión de esta tarea se apreciar en la figura 3.9.

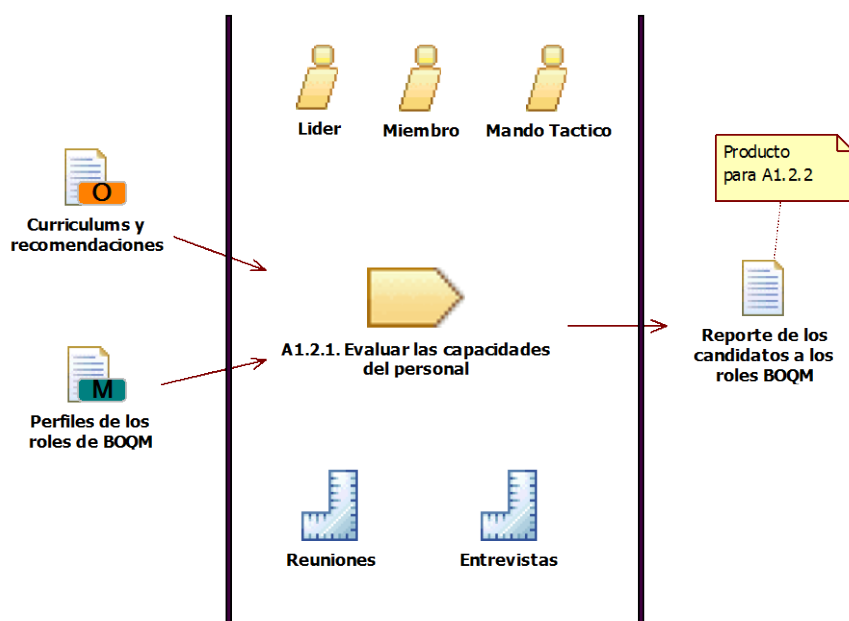


Figura 3.9 –Tarea A1.2.1. Evaluar las capacidades del personal: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Currículums y recomendaciones
- Perfiles de los roles de BOQM

De salida

- Reporte de los candidatos a los roles BOQM

Técnicas

- Entrevistas
- Reuniones

Roles

- Líder
- Miembro
- Mando táctico

Descripción

El líder y un miembro **entrevistan** al mando táctico para obtener información concreta del perfil del personal y adquirir los currículums de varios candidatos. Posteriormente el miembro y el líder se **reúnen** y evalúan los currículums y recomendaciones de los candidatos internos de la organización y conforme a los perfiles de los roles (responsabilidades de las tablas de 3.2 hasta 3.6) de BOQM se busca al mejor candidato. Los posibles roles a cubrir son: ejecutor, mando operativo, propietario del proceso de medición, analista de medición, bibliotecario de medición y el consultor de mercado (opcional). El producto de salida de esta tarea se obtiene por medio de reuniones para culminar un reporte de los candidatos a los roles. *Las **reuniones, entrevistas y presentaciones** son técnicas básicamente proporcionadas por la Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información (MAGERITv2) del Ministerio de Administraciones Públicas (MAP 2006, pp. 64-67), sin embargo, durante la presentación de cada tarea se explicará cómo realizar dicha técnica.*

A1.2.2: Asignar roles BOQM

Objetivo de la tarea

Obtener finalmente los roles BOQM asignados con el personal de la SEO. La visión de esta tarea se aprecia en la figura 3.10.

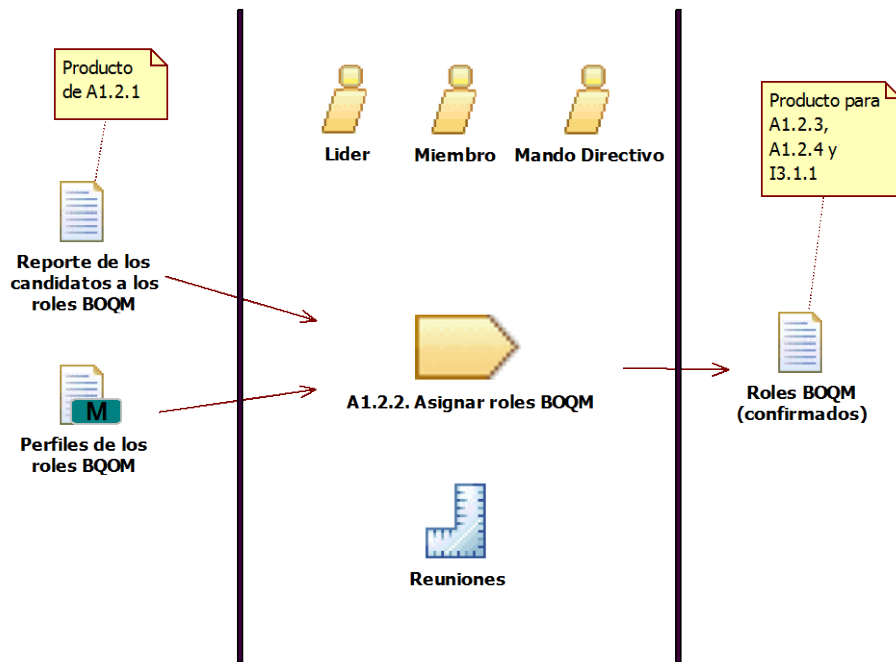


Figura 3.10 –Tarea A1.2.2. Asignar roles BOQM: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Reporte de los candidatos a los roles BOQM
- Perfiles de los roles BOQM

De salida

- Roles BOQM (confirmados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Líder
- Miembro
- Mando directivo

Descripción

Como productos de entrada se tienen los perfiles de los roles y el reporte de los candidatos a los roles, el líder y el miembro de BOQM tendrán **reuniones** con el mando directivo para confirmar si efectivamente los roles son los más adecuados para desempeñar sus respectivos perfiles. Como producto de salida se tendrán los roles de BOQM confirmados.

A1.2.3: Entrenar al equipo de mando y al ejecutor

Objetivo de la tarea

Tener al equipo de mando y al ejecutor entrenados (véase la tarea en la figura 3.11).

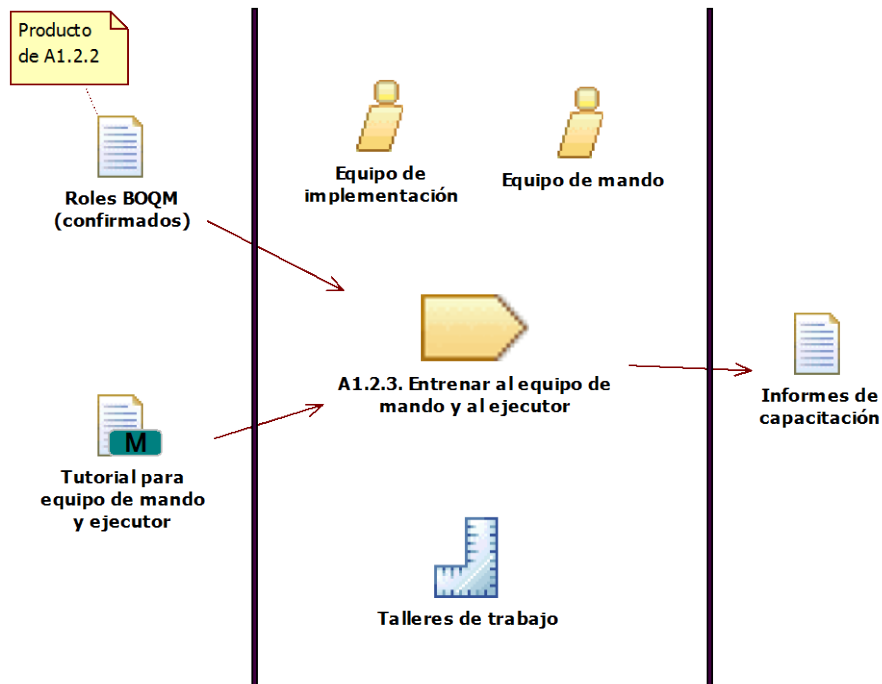


Figura 3.11 – Tarea A1.2.3. Entrénar al equipo de mando y al ejecutor: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Roles BOQM (confirmados)
- Tutorial para equipo de mando y ejecutor

De salida

- Pruebas de aprendizaje

Técnicas

- Talleres de trabajo

Roles

- Equipo de implementación
- Equipo de mando

Descripción

Para proporcionar un entrenamiento a medida se programan dos **talleres de trabajo** (Véase dicha técnica el apartado 3.6.2), un taller para el ejecutor, en este se imparte un tutorial del proceso completo de BOQM, su finalidad es que el ejecutor pueda dar seguimiento al proceso sin apoyo del líder y el miembro. Y el otro taller, está dirigido al equipo de mando, en este taller se imparte un tutorial que contiene información de la motivación y beneficios de BOQM, y como leer los indicadores y el cuadro de mando integral. Al final del taller, se realizan una prueba de aprendizaje para conocer si el entrenamiento necesita mejoras y si el personal puede desempeñar su puesto efectivamente.

A1.2.4: *Entrenar al equipo de medición*

Objetivo de la tarea

Tener preparado al equipo de medición para la implementación del proceso de medición y la formulación de indicadores (véase la tarea en la figura 3.12).

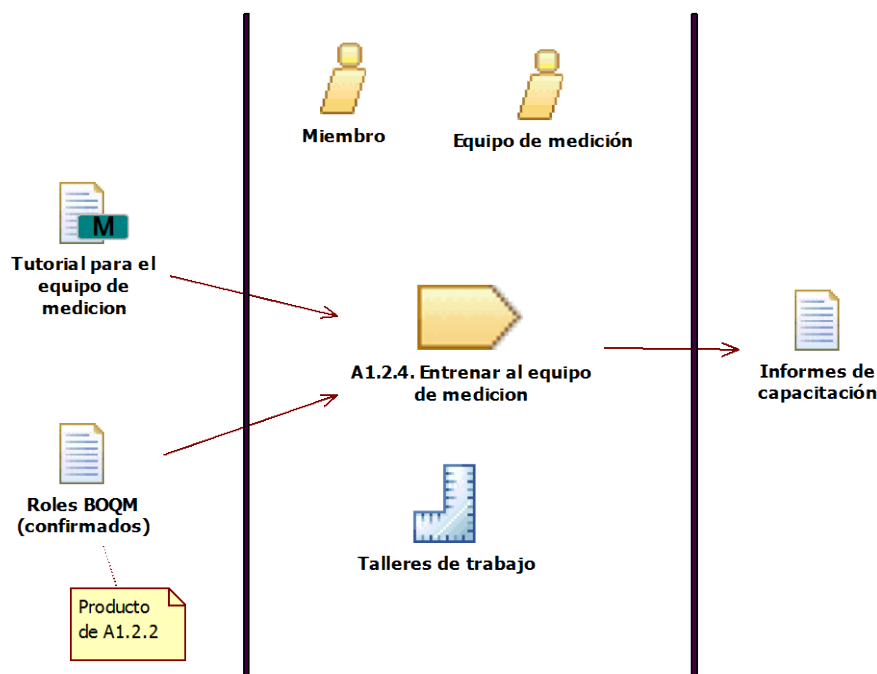


Figura 3.12 –Tarea A1.2.4. Entrenar al equipo de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Tutorial para el equipo de medición
- Roles BOQM (confirmados)

De salida

- Informes de capacitación

Técnicas

- Talleres de trabajo

Roles

- Miembro
- Equipo de medición

Descripción

Uno de los miembros de BQOM impartirá un **taller de trabajo** con un tutorial dirigido al equipo de medición, es decir, al propietario del proceso de medición, el analista (s) de medición y al bibliotecario(s) de medición. El taller consiste específicamente en hacer pequeños ejercicios siguiendo el tutorial que contiene información acerca de cómo diseñar constructores de medición (indicadores), además de como recoger, almacenar y reportar datos de medición según un plan de medición. Al finalizar el entrenamiento, se

debe implantar una prueba de aprendizaje que será el producto de salida de esta tarea, la prueba tiene como propósito conocer si el entrenamiento necesita mejoras y si el personal puede desempeñar su puesto efectivamente.

A1.3: DISEÑAR Y ANALIZAR EL CONTEXTO INTERNO Y EXTERNO

Objetivo de esta actividad

Obtener los puntos fuertes y débiles de la SEO mediante un estudio su contexto interno y externo. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.10.

Tabla 3.10. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Estado de la industria local • Estado del mercado actual • Criterios de entrada del contexto interno y externo 	<ul style="list-style-type: none"> • A1.3.1 Identificar puntos fuertes y débiles del mercado e industria actual • A1.3.2. Identificar los puntos fuertes y débiles de las experiencias SPI • A1.3.3. Identificar puntos fuertes y débiles del uso de la infraestructura tecnológica • A1.3.4. Confirmar los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo 		<ul style="list-style-type: none"> • Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (Confirmado)
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Consultor de mercado (opcional) • Líder • Mando táctico • Mando directivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro por criterios • Reuniones • Entrevistas 	

A1.3.1: Identificar puntos fuertes y débiles del mercado e industria actual

Objetivo de la tarea

Obtener los puntos fuertes y débiles del mercado y la industria actual. En caso de que la SEO no quiera o pueda invertir en un consultor de mercado, se puede pasar a la tarea A1.3.2 sin mayor complicación, pero siendo consiente qué la exclusión del análisis externo que podría inhibir un valor competitivo a la SEO (véase la tarea en la figura 3.13).

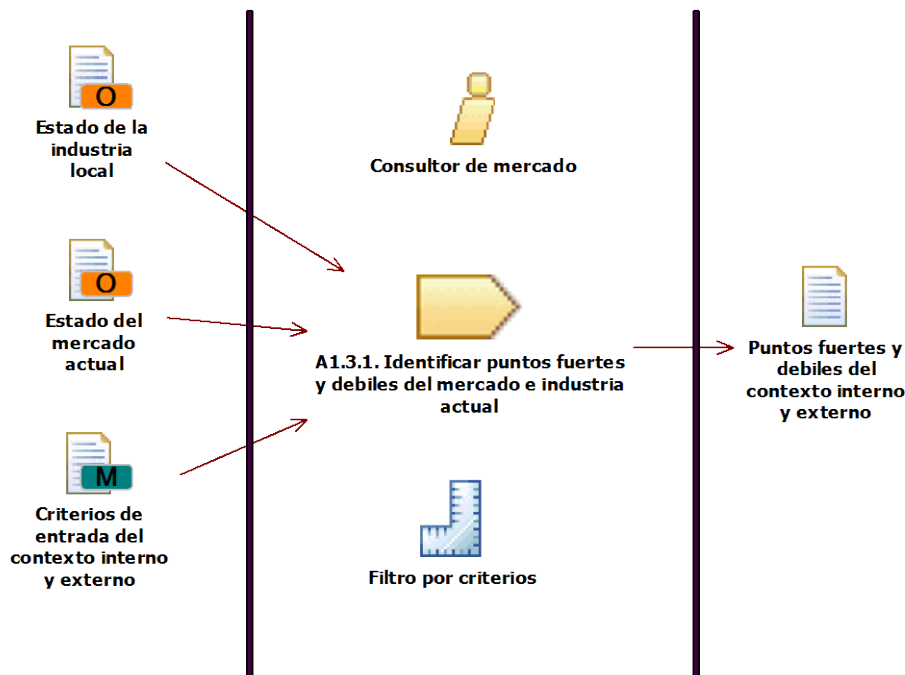


Figura 3.13 –Tarea A1.3.1. Identificar los puntos fuertes y débiles del mercado e industria actual: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Estado de la industria local
- Estado del mercado actual
- Criterios de entrada del contexto interno y externo

De salida

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo. *Anexo C, fig. C22*

Técnicas

- Filtro por criterios

Roles

- Consultor de mercado

Descripción

El consultor de mercado tendrá que tener ya listo sus reportes del estado de la industria y mercado actual en base a los criterios de entrada del contexto interno y externo. Los **filtros** de información se realizan por medio de los siguientes **criterios**:

Criterios de entrada para el *estado actual de la industria del software*.

- Un documento de texto con una página por SEO analizada.
- Descripción breve de las SEOs que se encuentran alrededor y sus productos.
- Descripción de la infraestructura de comunicación de las SEOs en el área.

Criterios de entrada para el *estado actual del mercado del software*.

- Un documento de texto una página por cada uno de los siguientes puntos

- Tipos de proveedores
- Tipos de compradores
- Mercados finales

Es también labor del consultor de mercado definir de uno a dos puntos débiles de la SEO frente al estado de la industria actual, de la misma forma se deben definir uno o dos puntos fuertes que ayuden a la solución de los puntos débiles. También debe definir uno o dos puntos débiles de la SEO frente al estado del mercado actual, de la misma forma se deben definir uno o dos puntos fuertes que ayuden a la solución de los puntos débiles. Estos puntos (o factores) se deben plasmar en el producto de salida, los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo.

A1.3.2: Identificar los puntos fuertes y débiles de las experiencias SPI

Objetivo de la tarea

Haber identificado los puntos fuertes y débiles de las experiencias previas o actuales de seguir iniciativas SPI (véase la tarea en la figura 3.14).

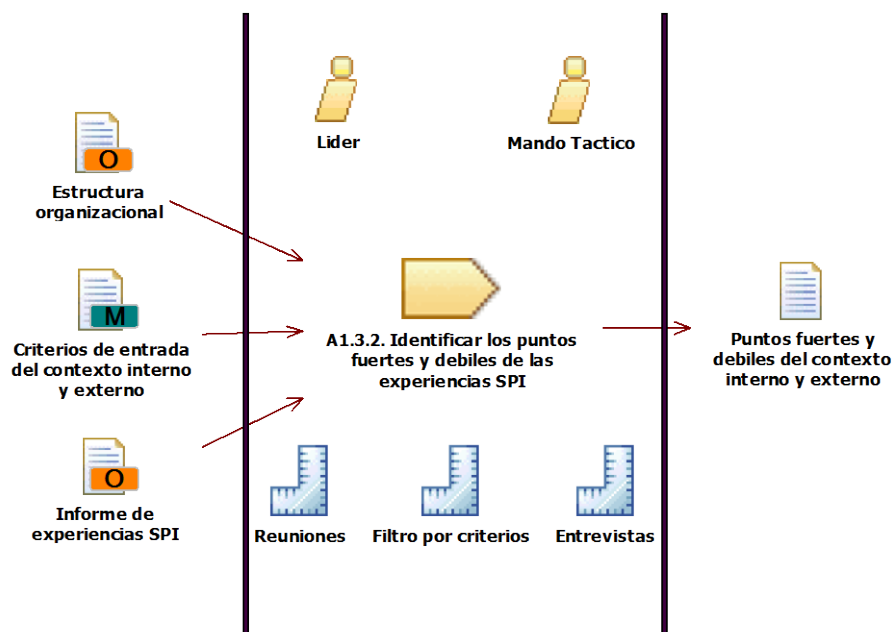


Figura 3.14 – Tarea A1.3.2. Identificar los puntos fuertes y débiles de las experiencias SPI: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Estructura organizacional
- Criterios de entrada del contexto interno y externo
- Informe de experiencias SPI (si aplica, después de BOQM)

De salida

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo. *Anexo C, Fig. C22*

Técnicas

- Reuniones
- Entrevistas
- Filtro por criterios

Roles

- Líder
- Mando táctico

Descripción

A iniciativas previas se refiere a las mejoras del proceso de software que se han implantado en la SEO con anterioridad, pueden ser modelos de mejora como el CMMI, PSP, TSP o normas como la ISO 12207. El líder **entrevista** al mando táctico para obtener información de las iniciativas previas y la actual SPI. En caso de que sea el segundo ciclo de la aplicación del proceso de BOQM, se extrae del informe de mejoras después de aplicar BOQM, de otro modo, el líder redacta un informe de experiencias y mejoras.

El informe debe ser un **filtrado** de información basado en los **criterios** de entrada del contexto interno y externo. Los criterios de entrada de las experiencias previas y actual SPI son los siguientes:

- Descripción en un documento de texto no más de dos páginas.
- Enumerar las buenas y malas experiencias con las iniciativas de mejora implantadas con anterioridad (CMMI, TSP, PSP, ISO 12207, etc).
- Enumerar las buenas y malas experiencias de la iniciativa actual.

Por último, el líder se **reúne** con el mando táctico para definir uno o dos puntos débiles de la iniciativa actual. También se definen los puntos fuertes de la iniciativa anterior y actual que pudieran aportar una ayuda a la solución de los puntos débiles. Estos puntos actualizan al producto de salida de esta tarea, los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo.

A1.3.3: Identificar los puntos fuertes y débiles del uso de la tecnológica

Objetivo de la tarea

Haber identificado los puntos fuertes y débiles de las capacidades del personal en relación con la infraestructura tecnológica (véase la tarea en la figura 3.15).

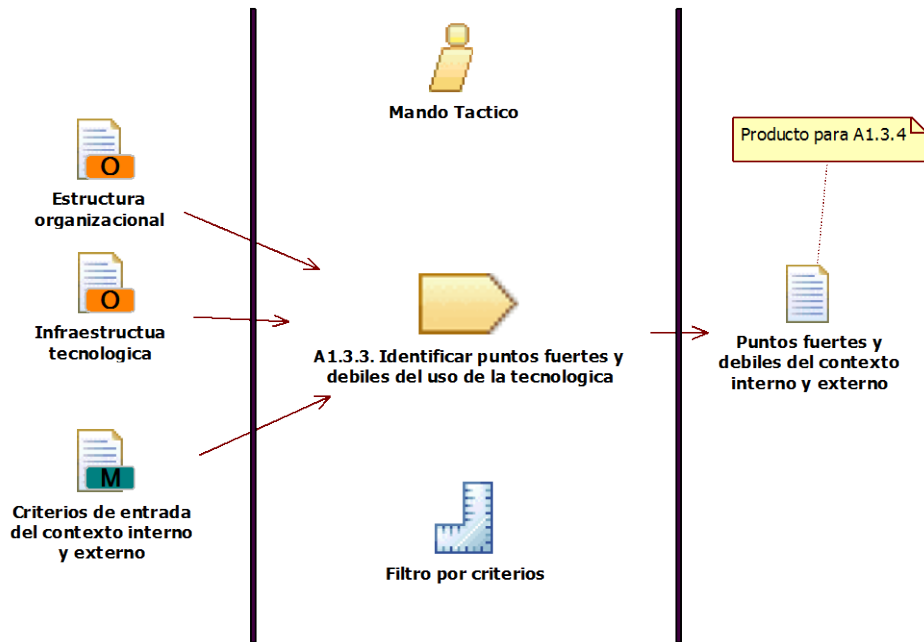


Figura 3.15 –Tarea A1.3.3. Identificar los puntos fuertes y débiles del uso de la tecnología

Productos

De entrada

- Estructura organizacional
- Infraestructura tecnologica
- Criterios de entrada del contexto interno y esterno

De salida

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo. *Anexo C, Fig. C22*

Técnicas

- Filtro por criterios

Roles

- Mando táctico

Descripción

El mando táctico hace uso de la documentación de la SEO, es decir, obtiene información **filtrada** mediante los **criterios** de entrada de la estructura organizacional y la infraestructura tecnológica. Los criterios son los siguientes.

Criterios de entrada para la infraestructura tecnológica:

- Una hoja de cálculo.
- Breve descripción del tipo y número de servidores, y su propósito.
- Los sistemas operativos.
- Los tipos de lenguajes y el tipo de producto que obtienen de ellos.
- Breve descripción de la red interna y externa.

Criterios de entrada para la estructura de la organización:

- Un documento de texto no mayor de ocho páginas.

- Un organigrama de la SEO.
- Descripción del personal del nivel operativo, N de analistas, N de diseñadores, N de programadores, N de consultores, etc .
- Si es posible descripción de datos básicos de las habilidades y capacidades del personal envuelto en el ciclo del desarrollo de software.

De la información filtrada el mando táctico identifica de uno a dos puntos débiles de las capacidades y habilidades del personal y su posición organizacional en la SEO frente a la infraestructura tecnológica, es decir, se identifican las carencias de la falta de preparación conforme a la tecnología actual de la SEO. Después, se identifican de uno a dos puntos fuertes de la preparación del personal conforme a la tecnología. Con estos puntos el producto de salida “puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo” quedaría actualizado.

A1.3.4: Confirmar los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo

Objetivo de la tarea

Obtener la versión final y confirmada de los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (véase la tarea en la figura 3.16).

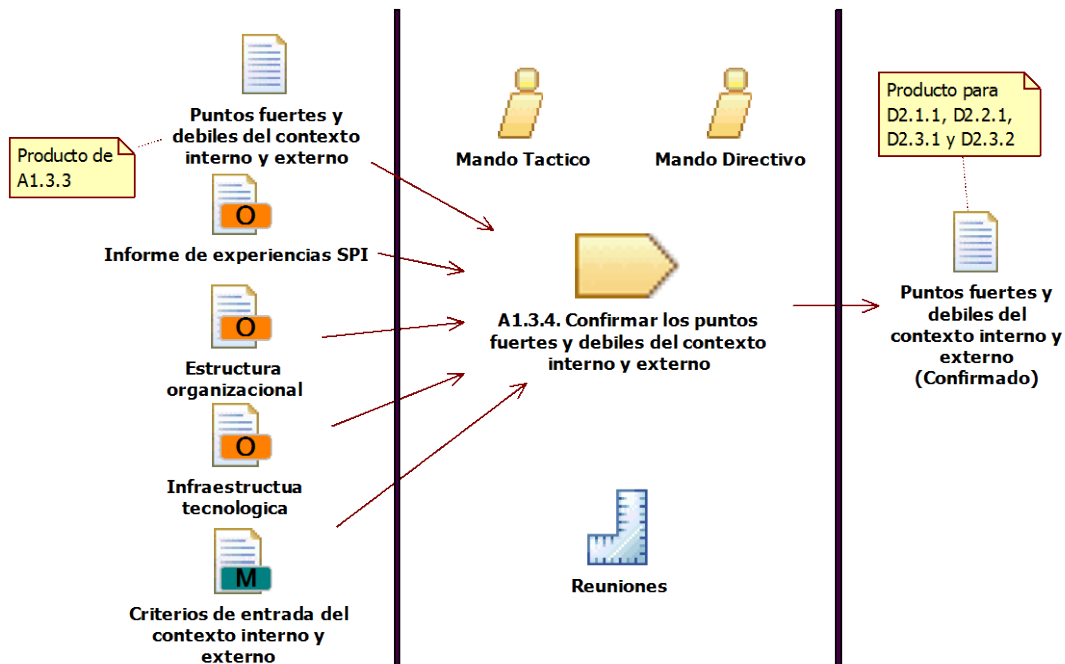


Figura 3.16 –Tarea A1.3.4. Confirmar los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo
- Informe de experiencias SPI

- Estructura organizacional
- Infraestructura tecnologica
- Criterios de entrada del contexto interno y externo

De salida

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Mando directivo
- Mando táctico

Descripción

Se realiza una **reunión** entre el mando directivo y táctico donde se evalúan los productos de entrada referentes al contexto interno de la SEO, el informe de las experiencias y mejoras, la estructura organizacional, la infraestructura tecnológica y sus criterios de entrada. En dicha sesión de trabajo los mandos deben confirmar los puntos débiles y fuertes definidos en el contexto interno o corregir o rediseñar los mismos.

D2: PROCESO DE DISEÑO DE LA ESTRATEGIA

Objetivos del proceso

- Haber definido la visión y misión de la SEO (**O.D2.1**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.1.*
- Haber formulado los objetivos estratégicos (**O.D2.2**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.2.*
- Tener todos los modelos operativos definidos por cada objetivo estratégico (**O.D2.3**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.3.*
- Haber dividido cada objetivo estratégico en objetivos de medibles de mejora (**O.D2.4**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.4.*
- Tener todos los indicadores, el procedimiento de recogida, almacenamiento y reporte de medición diseñados (**O.D2.5**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.5.*
- Tener los objetivos de mejora correctamente priorizados (**O.D2.6**). *El objetivo se cumple completando la actividad D2.6.*

El alcance de este proceso se puede apreciar en la figura 3.17.

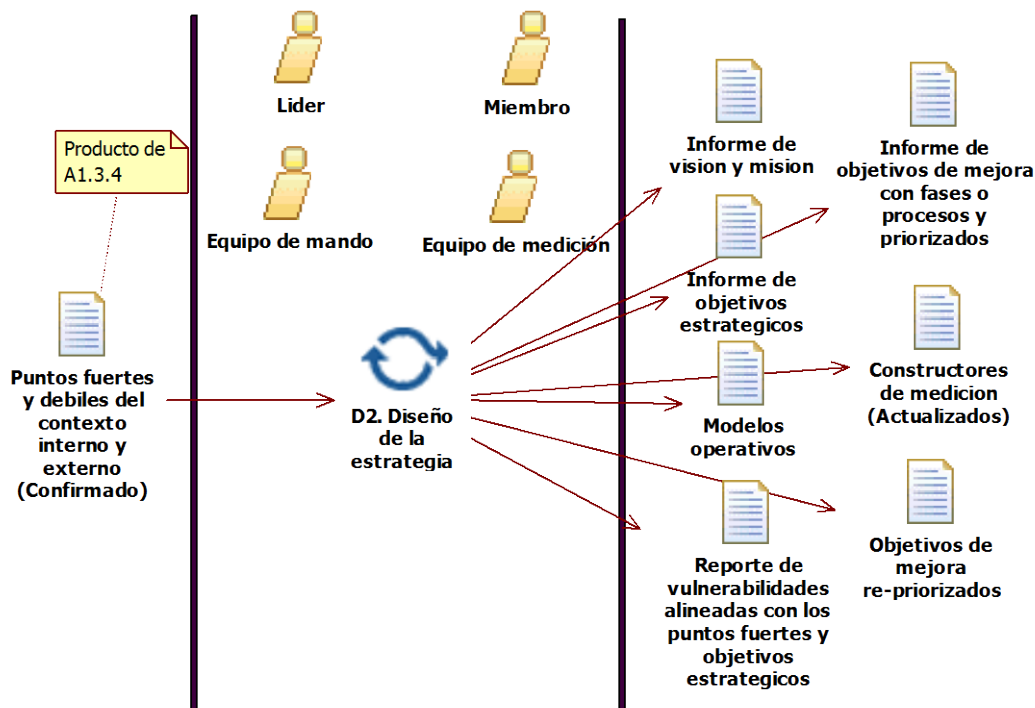


Figura 3.17 – Proceso D2. Diseño de la estrategia: entradas, salidas y roles

Entradas requeridas

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado)

Roles

- Líder
- Miembro
- Equipo de mando
- Equipo de medición

Actividades a realizar

- D2.1 Definir y clarificar la visión y misión
- D2.2 Formular de objetivos estratégicos
- D2.3 Definir del modelo operativo por cada objetivo estratégico
- D2.4 Derivar los objetivos de mejora de los objetivos estratégicos
- D2.5 Diseñar los indicadores y el proceso de medición
- D2.6 Re-priorizar los objetivos de mejora

Las actividades se deben seguir de tal forma como se muestra el diagrama de actividades en la figura 3.18.

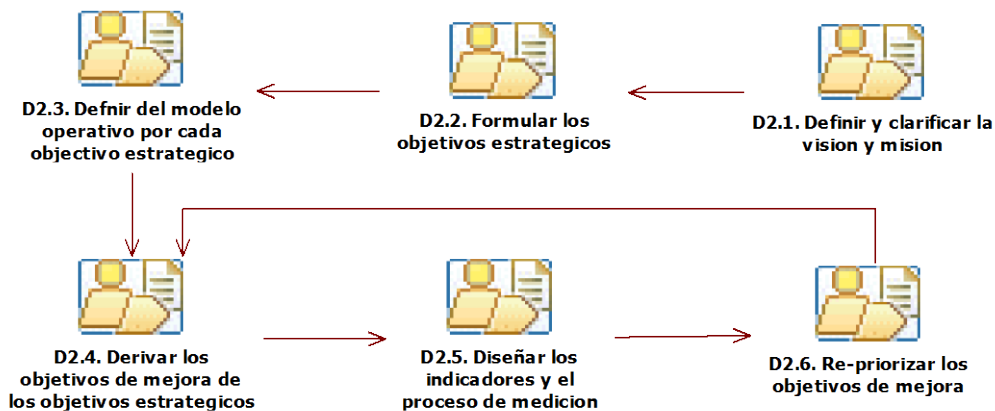


Figura 3.18 – Proceso D2. Diseño de la estrategia: diagrama de actividades

Salidas

- Informe de visión y misión
- Informe de objetivos estratégicos
- Modelos operativos
- Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados
- Constructores de medición (actualizados)
- Objetivos de mejora re-priorizados

D2.1: DEFINIR Y CLARIFICAR LA VISIÓN Y MISIÓN

Objetivo de la actividad

Obtener una visión y misión. Para realizar esta actividad véase la tarea en la tabla 3.11.

Tabla 3.11. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (Confirmado) 	<ul style="list-style-type: none"> D2.1.1. Definir la misión y visión 		<ul style="list-style-type: none"> Informe de visión y misión
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Mando táctico Líder 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones 	

D2.1.1: Definir la misión y visión

Objetivo de la tarea

Tener la visión y misión de la SEO definidas correctamente (véase la tarea en la figura 3.19).

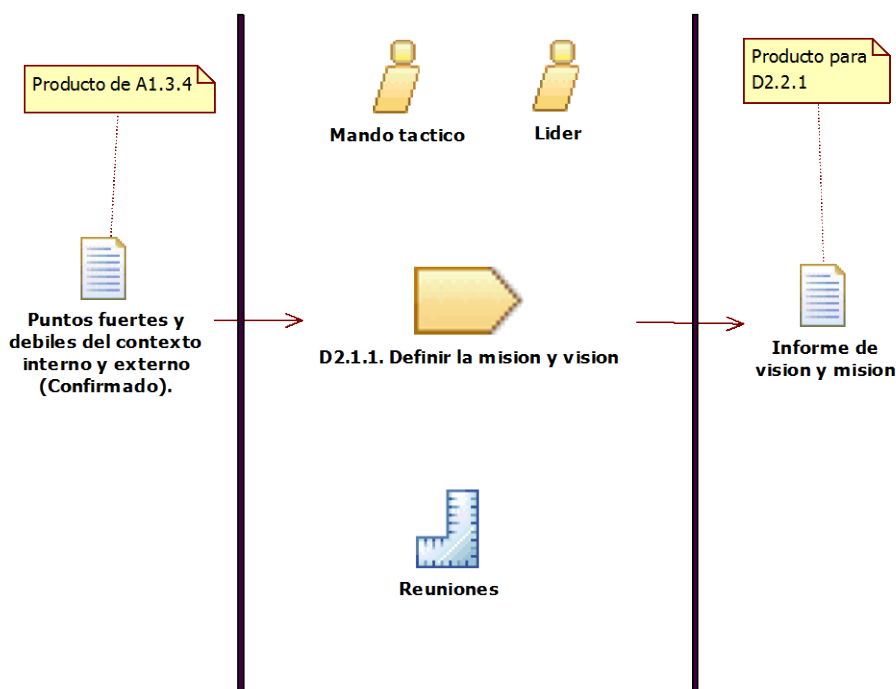


Figura 3.19 –Tarea D2.1.1. Definir la misión y visión

Productos

De entrada

- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado)

De salida

- Informe de visión y misión. *Anexo C, fig. C21*

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Mando de medio nivel
- Líder de BOQM

Descripción

El mando táctico y líder realizan una **reunión** para definir una misión y visión factible y en base a los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo. El trabajo se puede basar en las siguientes definiciones.

La **Misión** especifica lo que la empresa es, lo que la empresa hace (a qué se dedica) y de a quién sirve con su funcionamiento. Se redacta estableciendo: la actividad empresarial fundamental, el concepto de producto genérico que ofrece, y el concepto de tipos de cliente a los que pretende atender.

La **Visión** describe las aspiraciones de la empresa, en el cual especifica la motivación de la empresa contemplando a su personal. La visión refleja la realización de los valores de la empresa.

Estas definiciones o clarificaciones se deben plasmar en el producto de salida “informe de visión y misión”.

D2.2: FORMULAR LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Objetivo de la actividad

Obtener los objetivos estratégicos de la SEO. Para realizar esta actividad véase la tarea en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Informe de visión y misión Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado) 	<ul style="list-style-type: none"> D2.2.1. Definir los objetivos estratégicos 		<ul style="list-style-type: none"> Informe de objetivos estratégicos
	Roles <ul style="list-style-type: none"> Líder Mando táctico Mando directivo 	Técnicas <ul style="list-style-type: none"> Reuniones Criterios de formulación 	

D2.2.1: Definir los objetivos estratégicos

Objetivo de la tarea

Haber formulado los objetivos estratégicos de la SEO correctamente (véase la tarea en la figura 3.20).

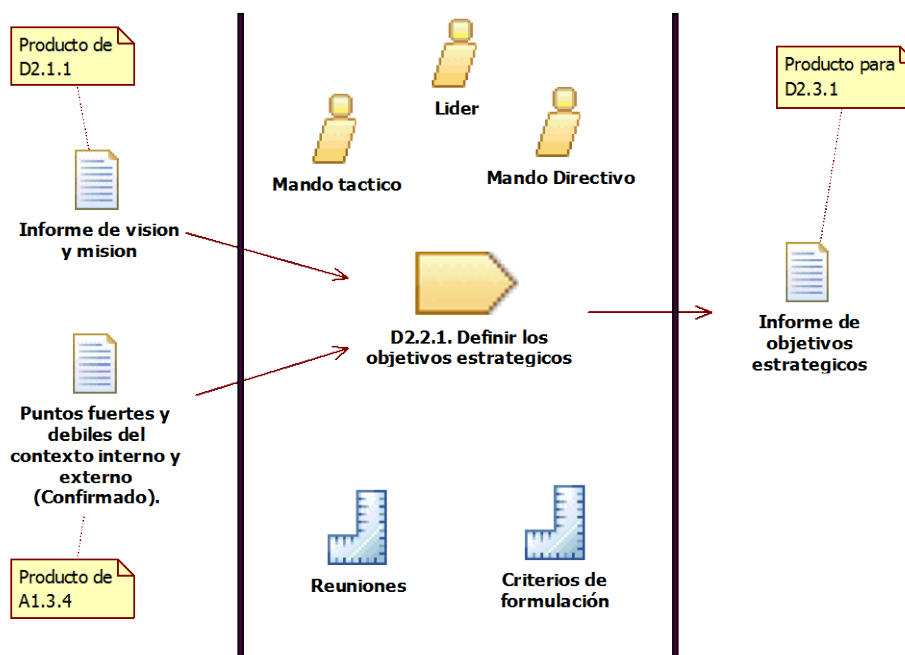


Figura 3.20 –Tarea D2.2.1. Definir los objetivos estratégicos: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Informe de visión y misión. *Anexo C, fig. C21*
- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado). *Anexo C, fig. C22*

De salida

- Informe de objetivos estratégicos. *Anexo C, fig. C20*

Técnicas

- Reuniones
- Criterios de formulación

Roles

- Mando táctico
- Mando directivo
- Líder

Descripción

Se realiza una **reunión** en la que participan el mando de táctico y directivo y líder, en la que se requieren como productos de entrada el informe de visión y misión y los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo. En dicha reunión los mandos definen los objetivos estratégicos con la asesoría del líder. Por cada **objetivo estratégico** se debe seguir los siguientes criterios de formulación:

- Definir el objetivo estratégico (OE) como una meta a alcanzar en un tiempo determinado, normalmente a largo plazo.
- El OE tiene que dentro del alcance de la visión y misión.
- Debe ser factible con la fuerza de trabajo del personal de la SEO para poder asegurar una estrategia con éxito.
- Se deben tomar en cuenta los puntos débiles del contexto interno y externo como parte del problema a solucionar.
- Por último, un objetivo estratégico tiene que entrar dentro de una de las siguientes ocho clasificaciones:
 1. *Posición en el mercado.* Medida deseada para compartir el mercado actual y los nuevos.
 2. *Innovación.* Desarrollo de nuevo productos y servicios, y las habilidades y métodos para soportarlos.
 3. *Recursos humanos.* Selección y desarrollo de empleados.
 4. *Recursos financieros.* Identificación de los recursos de capital y su uso.
 5. *Recursos físicos.* Recursos y facilidades y su uso.
 6. *Productividad.* Uso eficiente de los recursos en relación con las salidas.
 7. *Responsabilidad social.* Conciencia y sensibilidad de los efectos hacia una amplia comunidad de interesados.
 8. *Requisitos de beneficios.* Aseguramiento del bien estar financiero medible y el crecimiento.

El resultado como el producto de salida de esta tarea es el informe de objetivos estratégicos.

D2.3: DEFINIR DEL MODELO OPERATIVO POR CADA OBJETIVO ESTRATÉGICO

Objetivo de la actividad

Tener todas las acciones definidas para cumplir con cada objetivo estratégico, es decir, el modelo operativo de cada objetivo estratégico. Para realizar esta actividad véase la tarea en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Informe de objetivos estratégicos Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado) 	<ul style="list-style-type: none"> D2.3.1. Analizar e identificar las vulnerabilidades D2.3.2. Alinear las vulnerabilidades con los puntos fuertes D2.3.3. Definir el modelo operativo por casa OE 		<ul style="list-style-type: none"> Reporte de vulnerabilidades Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos Modelos operativos
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Líder Mando táctico Mando directivo 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones 	

D2.3.1: Analizar e identificar las vulnerabilidades

Objetivo de la tarea

Obtener las vulnerabilidades más importantes del análisis del contexto interno y externo (véase la tarea de la figura 3.21).

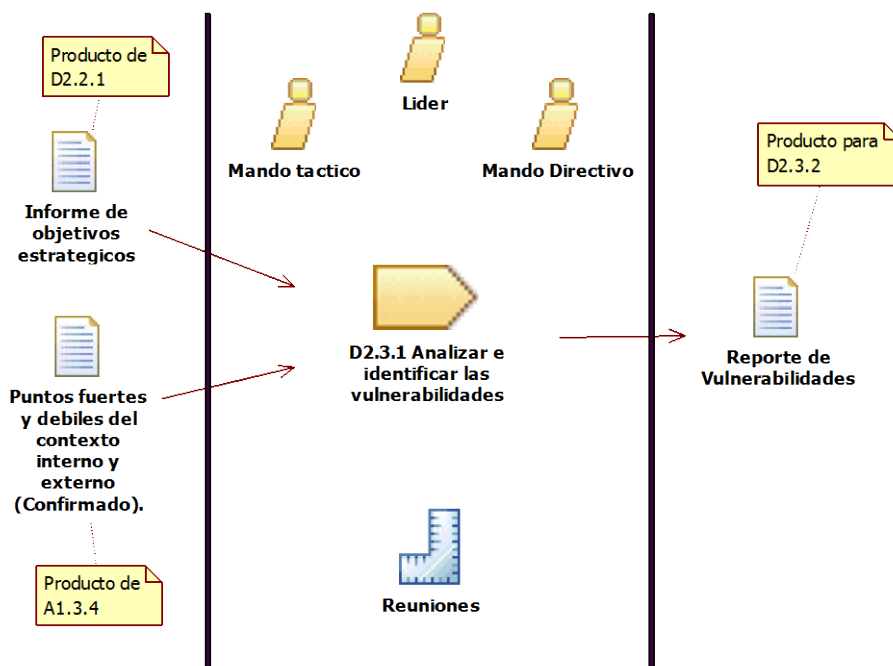


Figura 3.21 – Tarea D2.3.1. Analizar e identificar las vulnerabilidades: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Informe de objetivos estratégicos. *Anexo C, fig. C20*
- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado). *Anexo C, fig. C22*

De salida

- Reporte de vulnerabilidades.

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Líder
- Mando táctico
- Mando directivo

Descripción

Un modelo operativo son las acciones a nivel operativo de la SEO para asegurar un objetivo estratégico. Esta tarea la ejecutan el mando táctico, directivo y el líder, su función por medio de una **reunión**, es analizar e identificar todas las posibles vulnerabilidades de los puntos débiles en el contexto interno y externo para priorizarlos. Los ejecutores utilizan como producto de entrada los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo, y el informe de objetivos estratégicos. Teniendo en cuenta cada objetivo estratégico se debe crear una lista de vulnerabilidades identificando el punto más débil relacionado a dicho objetivo. Al terminar la lista se debe de dar prioridad a cada vulnerabilidad (P1, P2, P3, siendo P1 la prioridad más baja y P3 la más alta). Como resultado de esta tarea se tendrá el reporte de vulnerabilidades.

D2.3.2: Alinear las vulnerabilidades con los puntos fuertes**Objetivo de la tarea**

Haber alineado las vulnerabilidades con los puntos fuertes del contexto y los OE (véase la figura 3.22)

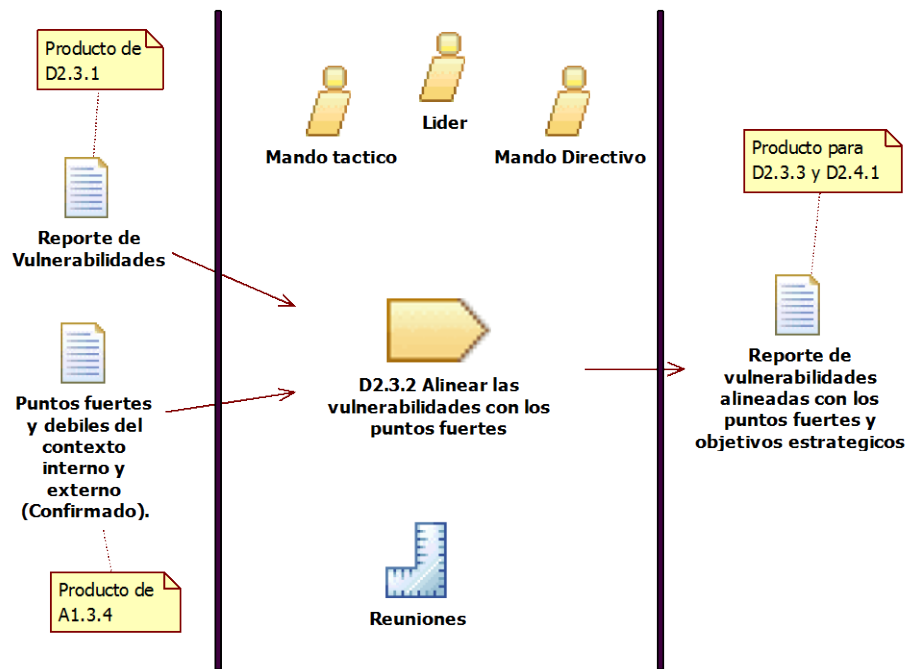


Figura 3.22 – Tarea D2.3.2. Alinear las vulnerabilidades con los puntos fuertes: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Reporte de vulnerabilidades
- Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo (confirmado). *Anexo C, fig. C22*

De salida

- Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Líder
- Mando directivo
- Mando táctico

Descripción

En esta tarea se **reúnen** el mando táctico, directivo y el líder. Su labor consiste en utilizar el reporte de vulnerabilidades y los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo para alinear los objetivos estratégicos con los puntos débiles, teniendo este paso resuelto, lo siguiente es identificar y alinear los puntos fuertes que pueden ayudar a solventar los puntos débiles y a completar el objetivo estratégico. Al final se obtendrá como producto de salida un reporte de las vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos.

D2.3.3: Definir el modelo operativo por cada OE

Objetivo de la tarea

Haber definido los modelos operativos por cada objetivo estratégico (OE) de tal forma que se mitiguen los puntos más débiles de la SEO (véase la tarea en la figura 3.23).

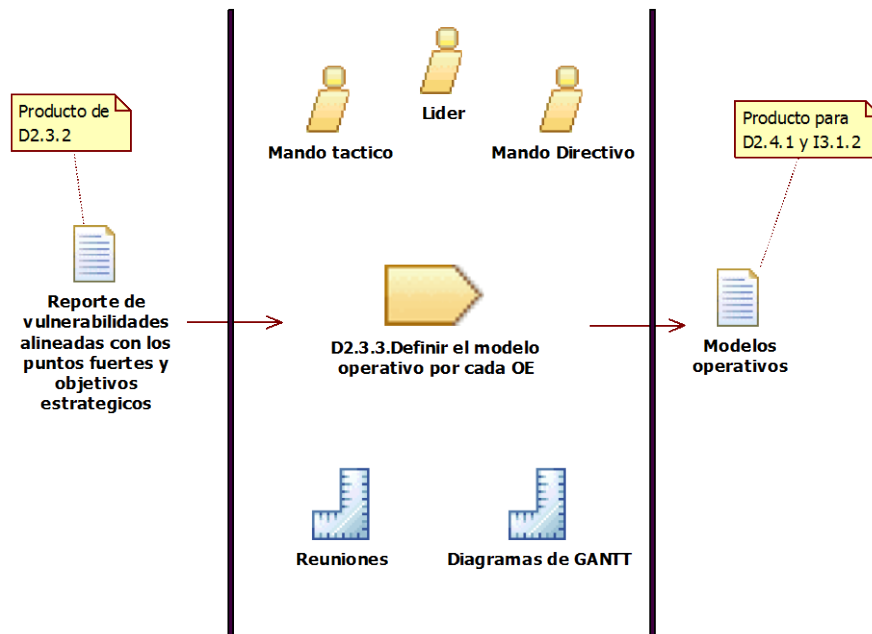


Figura 3.23 – Tarea D2.3.3. Definir el modelo operativo por cada OE

Productos

De entrada

- Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos

De salida

- Modelos operativos. *Anexo C, fig. C16*

Técnicas

- Reuniones
- Diagramas de GANTT

Roles

- Líder
- Mando directivo
- Mando táctico

Descripción

En esta tarea participan el mando táctico, directivo y el líder de BOQM, mediante una o más **reuniones** se analiza cada alineación de vulnerabilidad y punto fuerte con el objetivo estratégico, y en consecuencia se debe plantear un conjunto de acciones que van a llevar al aseguramiento de cada objetivo estratégico, a la mitigación del punto débil y al aprovechamiento de los puntos fuertes. Es también necesario definir los

tiempos de cada acción y sus responsables. El conjunto de acciones se le llama modelo operativo y su diseño es mandatorio por cada objetivo estratégico y lo más conveniente es realizar un diagrama de GANTT por cada modelo operativo. Un diagrama de GANTT tiene como objetivo mostrar el tiempo de dedicación estimado para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado (véase el apartado 3.6.5). Como producto de salida obtendremos los modelos operativos.

D2.4: DERIVAR LOS OBJETIVOS DE MEJORA DE LOS OE

Objetivo de esta actividad

Obtener los objetivos de mejora dividiendo los objetivos estratégicos. Para realizar esta actividad véase la tarea en la tabla 3.14.

Tabla 3.14. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos Modelos operativos Ciclo de desarrollo del software actual o descripción de la iniciativa de mejora 	<ul style="list-style-type: none"> D2.4.1. Dividir los objetivos estratégicos en piezas medibles D2.4.2. Derivar los objetivos de mejora de los OEs utilizando las piezas medibles D2.4.3. Identificar las fases o procesos de cada OM para recoger datos medibles D2.4.4. Priorizar de objetivos de mejora y definir los periodos de reporte del BSC 		<ul style="list-style-type: none"> Objetivos estratégicos divididos en piezas medibles Informe de objetivos de mejora Informe de objetivos de mejora con fases o procesos Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de mando Líder 	<ul style="list-style-type: none"> Catalogación Reuniones Criterios de formalización 	

D2.4.1: Dividir los objetivos estratégicos en piezas medibles

Objetivo de la tarea

Obtener piezas medibles de los objetivos estratégicos (véase la tarea en la figura 3.24).

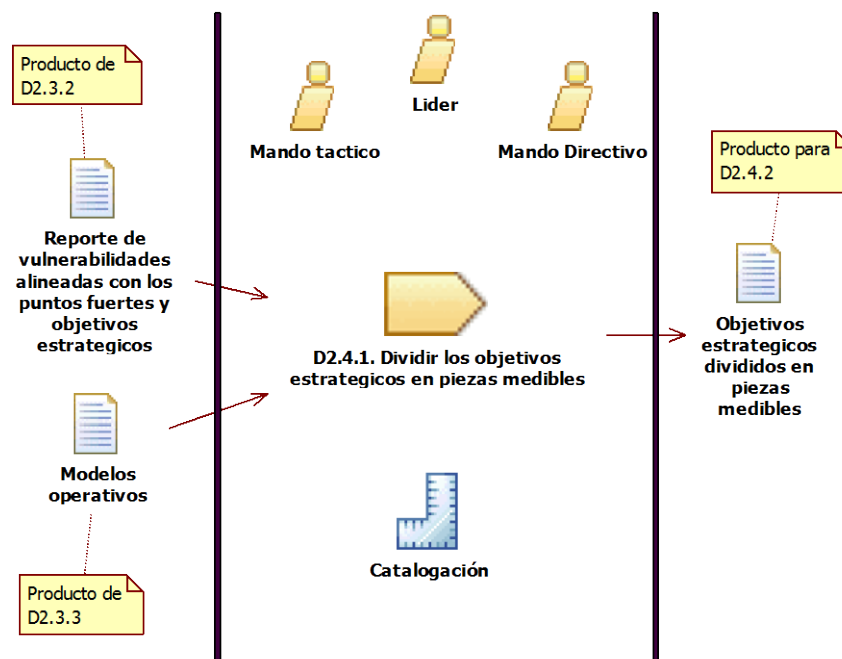


Figura 3.24 – Tarea D2.4.1. Dividir los objetivos estratégicos en piezas medibles: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Reporte de vulnerabilidades alineadas con los puntos fuertes y objetivos estratégicos
- Modelos operativos. *Anexo C, fig. C16*

De salida

- Objetivos estratégicos divididos en piezas medibles

Técnicas

- Catalogación

Roles

- Líder
- Mando táctico
- Mando directivo

Descripción

El objetivo de mejora es una parte medible del objetivo estratégico, a medible se refiere a convertir el objetivo estratégico en un grupo de valores controlables. Para decidir como descomponer el objetivo estratégico en piezas medibles, se debe focalizar el valor a obtener, con lo que cada objetivo estratégico debe **catalogarse** en una o más de las siguientes piezas medibles:

- Producto o proyecto, Ej.
 - Mejora la calidad del producto.
 - Mejorar estabilidad y funcionalidad de nuestros productos.
- Proceso, Ej.
 - Analizar y ajustar el programa y progreso de nuestros planes.
 - Alcanzar el nivel de capacidad o madurez en el CMMI.
- Personal, Ej.
 - Dirigir el rendimiento de los procesos y el personal.
 - Distribuir del trabajo por capacidad del personal.
- Tecnología, Ej.
 - Verifica la efectividad de las tecnologías a implantar.
- Costes, Ej.
 - Verificar y controlar el estado de nuestros recursos y los costes.
 - Estimar el coste de los productos o proyectos.
- Cliente, Ej.
 - Mejorar la satisfacción del cliente.
 - Controlar el soporte al cliente.

La pieza medible puede también estar relacionada a los modelos operativos, ya que muchos datos medibles pueden ser extraídos de las acciones de un modelo operativo. Como producto de salida se obtendrán los objetivos estratégicos catalogados en las piezas medibles.

D2.4.2: Derivar los objetivos de mejora de los OEs utilizando las piezas medibles

Objetivo de la tarea

Haber transformado las partes cuantificables en objetivos de mejora de una manera formal (véase la figura 3.25).

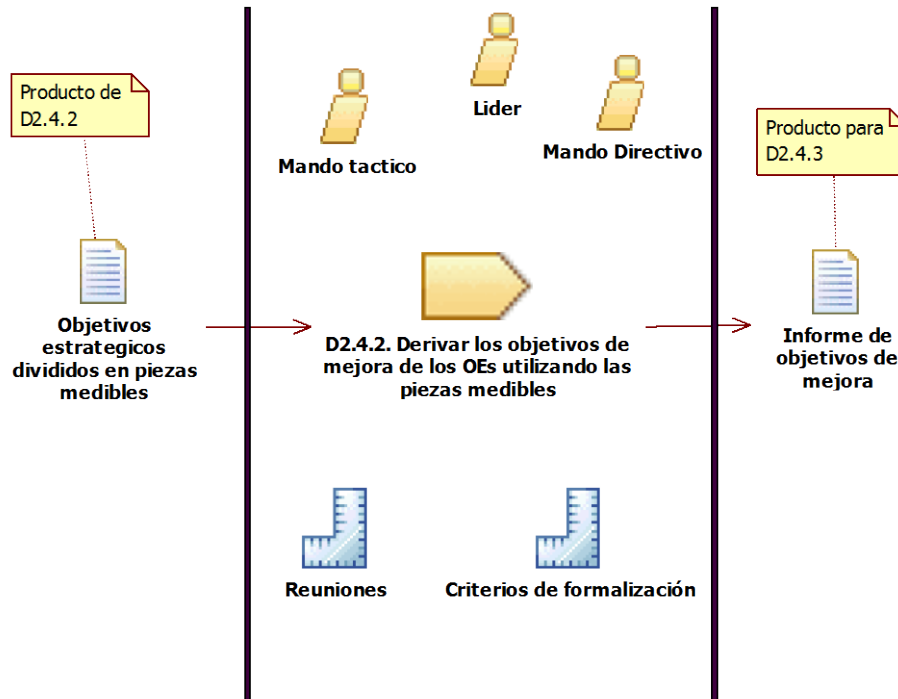


Figura 3.25 – Tarea D2.4.2. Derivar los objetivos de mejora de los OEs utilizando las piezas medibles: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Objetivos estratégicos divididos en piezas medibles

De salida

- Informe de objetivos de mejora. *Anexo C, fig. C19*

Técnicas

- Reuniones
- Criterios de formalización

Roles

- Líder
- Mando táctico
- Mando directivo

Descripción

El mando táctico, directivo y el líder se deben de **reunir** para formalizar cada pieza medible en base a los siguientes **criterios de formalización** (véase el apartado 3.6.7) convirtiéndola en un objetivo de mejora:

- El **enfoque** ya se tiene, puede ser producto o proyecto, proceso, personal, tecnología, costes, o cliente
- La **magnitud** es el grado que se desea *mejorar* en términos controlables (ej. En un porcentaje factible)
- El **intervalo de tiempo** se debe identificar un plazo factible a cumplir la magnitud deseada (ej. 6 meses, 1 año, etc.)
- El **alcance** delimita el impacto en la toma de decisiones y los elementos afectados (ej. productos web de la división, departamento de informática, etc.)
- Es probable que también implique **limitaciones** para asegurar el objetivo de mejora (ej. El mal rendimiento de proyectos pasados, la falta de presupuesto para un proyecto, etc.)

Habiendo aplicado los puntos anteriores a las piezas medibles se obtendrá como producto de salida el informe de objetivos de mejora.

D2.4.3: Identificar las fases o procesos de cada OM para recoger datos medibles

Objetivo de la tarea

Haber obtenido por todos los objetivos de mejora (OM) sus correspondientes la fases o procesos de la iniciativa de mejora que se esta implementando actualmente con el fin de obtener la información necesaria para medir cada OM (véase la tarea en la figura 3.26).

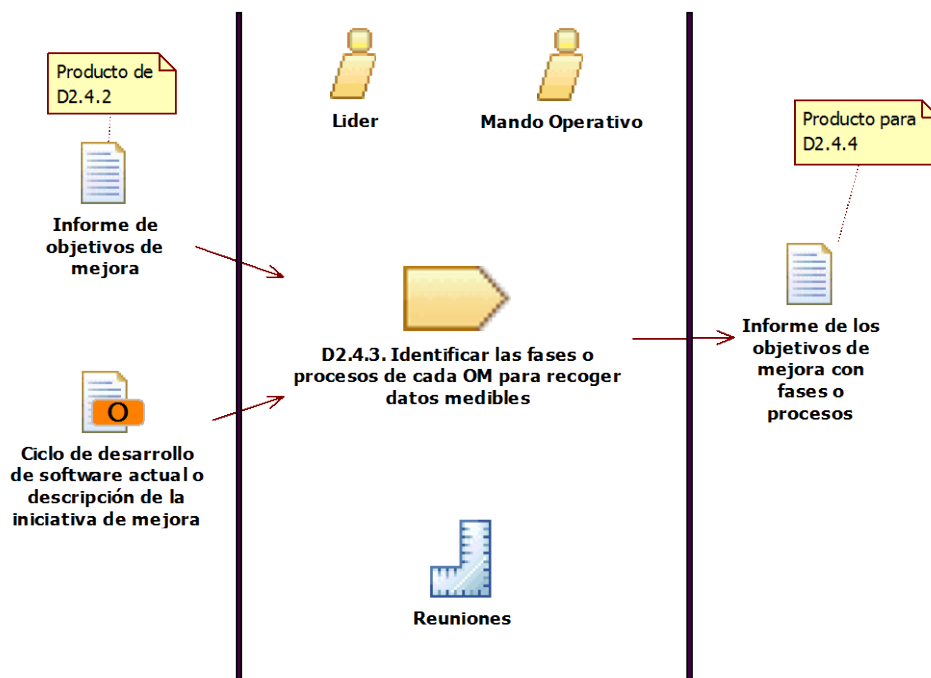


Figura 3.26 – Tarea D2.4.3. Identificar las fases o procesos de cada OM para recoger datos medibles: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Informe de objetivos de mejora
- Ciclo de desarrollo de software actual o descripción de la iniciativa de mejora

De salida

- Informe de los objetivos de mejora con fases o procesos. *Anexo C, fig. C19*

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Líder
- Mando operativo

Descripción

En esta tarea entra la participación del líder y el mando operativo. Los productos de entrada son el informe de objetivos de mejora y el ciclo de desarrollo de software actual o la descripción de la iniciativa de mejora, y el trabajo consiste en **reunirse** y analizar por cada objetivo de mejora la posible fase de desarrollo de software (ej. De la ISO 12207 la fase de adquisición, suministro, desarrollo, etc.) o el posible proceso (ej. Del CMMI las áreas de proceso de Gestión de la configuración, planificación de proyecto, etc.) que pueda facilitar la recogida de datos medibles. Como producto de salida se obtendrá el informe de los objetivos de mejora con fases o procesos.

D2.4.4: Priorizar de objetivos de mejora y definir los periodos de reporte del BSC

Objetivo de la tarea

Haber priorizado todos los objetivos de mejora (véase la tarea en la figura 3.27).

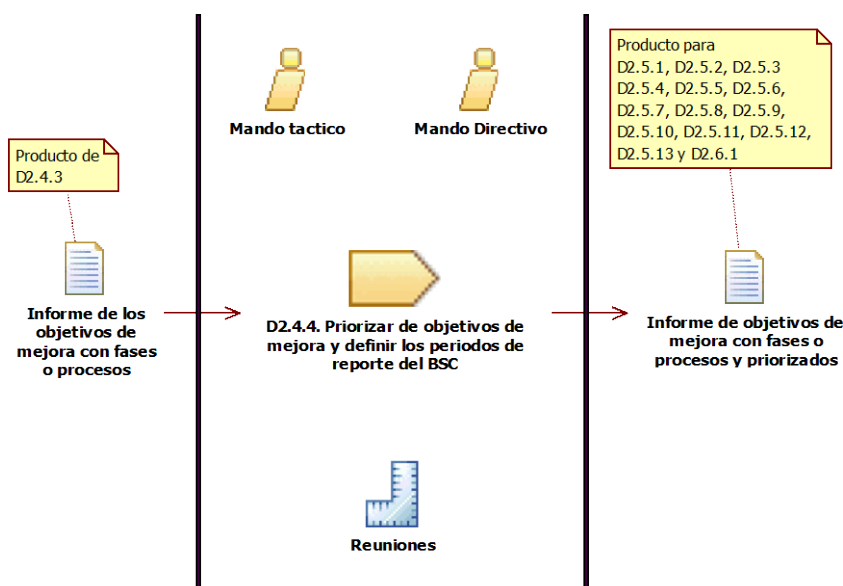


Figura 3.27 – Tarea D2.4.4. Priorizar de objetivos de mejora y definir los periodos de reporte del BSC: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Informe de los objetivos de mejora con fases o procesos

De salida

- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Mando directivo
- Mando táctico

Descripción

En esta tarea intervienen el mando táctico y directivo para establecer la prioridad de importancia a los objetivos de mejora. En una **reunión** se utiliza el informe de los objetivos de mejora para definir la prioridad que oscila entre P5 como la mayor prioridad y P1 como la menor. Después de asignar prioridades se define el periodo (Ej. bimestral, semestral, anual, etc.) de reporte del BSC, que estará dirigido al mando táctico y directivo. Como producto de salida, se obtendrá el informe de objetivos de mejora con fases o procesos y prioridades.

D2.5: DISEÑAR LOS INDICADORES Y EL PROCESO DE MEDICIÓN

Objetivo de la actividad

Haber definido los constructores de medición y los procedimientos de recogida, almacenamiento y reporte de datos medibles. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.15.

Tabla 3.15. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Modelo de análisis de BOQM para BSC Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados Constructores de medición 	<ul style="list-style-type: none"> D2.5.1. Trazar los objetivos de mejora dentro de las categorías de información D2.5.2. Identificar los conceptos de medición de las categorías de información D2.5.3. Establecer las posibles medidas base o derivadas por cada concepto medible D2.5.4. Determinar el nombre del indicador de una forma fácil de comprender D2.5.5. Proveer de una interpretación al indicador para el objetivo de mejora D2.5.6. Definir la persona a cargo de recibir y analizar cada constructor de medición D2.5.7. Por cada medida derivada o base definir el recurso electrónico o de primera mano para obtener los datos D2.5.8. Por cada recurso, definir el procedimiento de recogida y almacenamiento D2.5.9. Por cada medida base, definir el atributo, la escala, el tipo de escala, el método de medición y la unidad de medición D2.5.10. Con las medidas base definir las formulas de las medidas derivadas D2.5.11. Establecer el criterio de decisión D2.5.12. Obtener las relaciones causa-efecto entre constructores de medición D2.5.13. Completar las observaciones y dar el visto bueno a los CMs 		<ul style="list-style-type: none"> Constructores de medición (actualizados)
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de medición Miembro Mando operativo 	<ul style="list-style-type: none"> Catalogación Reuniones 	

Para la realizar las tareas de **D2.5.1**, **D2.5.2**, **D2.5.3** y **D2.5.12** es necesario comprender el modelo de análisis de BOQM, dicho modelo esta descrito en el apartado 3.6.8.

D2.5.1: Trazar los objetivos de mejora dentro de las categorías de información

Objetivo de la tarea

Tener clasificados todos los objetivos de mejora en su correspondiente categoria de información del modelo de análisis de BOQM (véase la tarea en la figura 3.28).

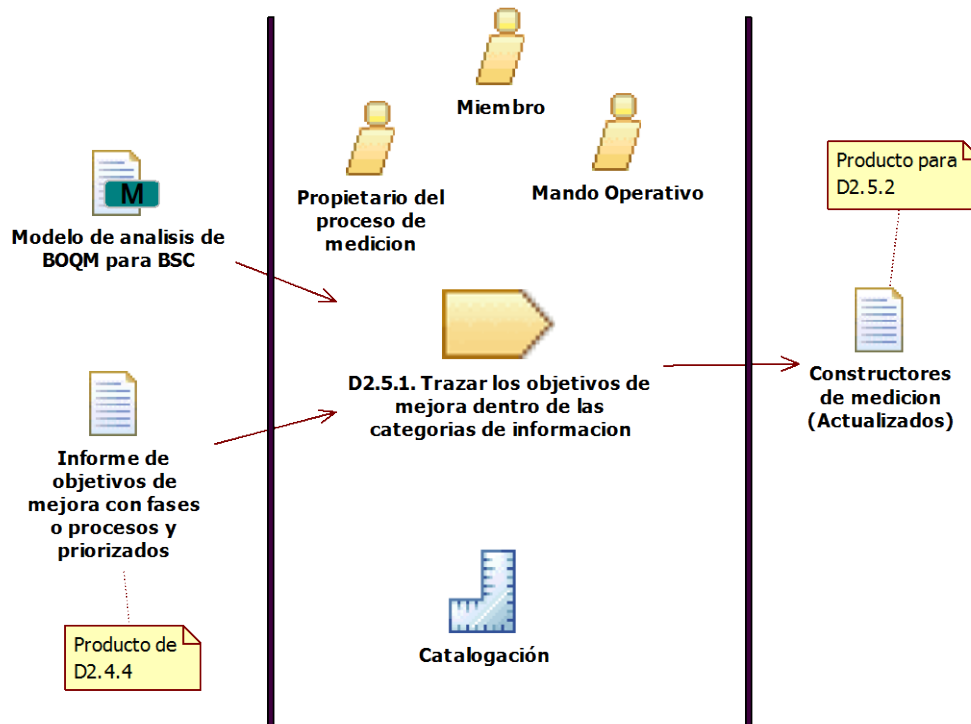


Figura 3.28 – Tarea D2.5.1. Trazar los objetivos de mejora dentro de las categorías de información: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Modelo de análisis de BOQM para BSC
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Catalogación

Roles

- Miembro
- Propietario del proceso de medición
- Mando operativo

Descripción

El propietario del proceso de medición, el miembro y el mando operativo deben **catalogar** por cada objetivo de mejora en su correspondiente categoría de información, esta tarea se realiza utilizando el **modelo de análisis de BOQM** (véase el apartado 3.6.8) y el informe de objetivos de mejora con fases o procesos priorizados. A continuación, se actualizan los campos de objetivo de mejora y categoría de información en los constructores de medición necesarios para cada objetivo de mejora. *Todas las tareas desde la D2.5.1 hasta la D2.5.13 aparecen como recuadros azules en*

el constructor de medición de la figura 3.29, los recuadros representan el campo a complementar por dicha tarea.

CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN									
OBJETIVO DE MEJORA	2.5.1								
PREGUNTA	2.5.2								
CATEGORÍA DE INFORMACIÓN	2.5.1								
CONCEPTO MEDIBLE	2.5.2								
PERSPECTIVA CMI	2.5.2								
NOMBRE DEL INDICADOR									
2.5.4									
USUARIO(S) DE	2.5.6								
INTERPRETACIÓN									
2.5.5									
MEDIDA A SER	CRITERIO DE DECISIÓN			PERIODO			Análisis de medición		
	Minimo ■	Medio ■	Excelente ■	Recogida	Revisión	Reporte	Predefinido		
2.5.11	2.5.11	2.5.11	2.5.11	2.5.8	2.5.8	2.5.8	Bibliotecario de medición		
							Predefinido		
ACCIONES SUGERIDAS									
2.5.11									
MODELO DE ANÁLISIS (RELACION CAUSA-EFECTO)									
2.5.12									
MEDIDAS DERIVADAS									
Siglas	Nombre			FORMULAS					
Z1	2.5.10	2.5.10			2.5.10				
Z2									
...									
MEDIDAS BASE									
Siglas	Nombre de la Medida	Recurso Electronico (BD, tool, .doc, .xls, ...) o de mano (Informes)	Proceso de recogida y almacenamiento	Atributos	Escala	Tipo de escala	Unidad de medición	método de medición	
Y1	2.5.3	2.5.3	2.5.7	2.5.8	2.5.9	2.5.9	2.5.9	2.5.9	
Y2									
Y3									
...									
OBSERVACIONES									
2.5.13									

Figura 3.29 – Constructor de medición

D2.5.2: Identificar los conceptos de medición de las categorías de información

Objetivo de la tarea

Haber identificado los conceptos medibles que mejor ajusten con la medición de cada objetivo de mejora (véase la tarea de la figura 3.30).

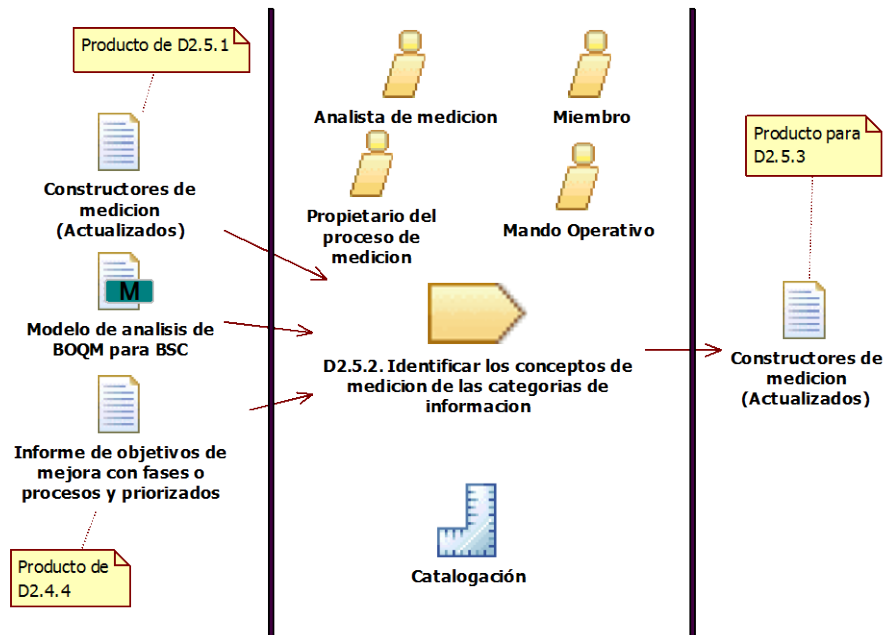


Figura 3.30 – Tarea D2.5.2. Identificar los conceptos de medición de las categorías de información: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Modelo de análisis de BOQM para BSC
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Catalogación

Roles

- Miembro
- Mando operativo
- Analista de medición
- Propietario del proceso de medición

Descripción

El propietario de medición, el miembro, el analista de medición y el mando operativo deben revisar las preguntas por concepto medible utilizando modelo de análisis de BOQM (véase el apartado 3.6.8) y elegir la que más se ajuste al objetivo de mejora, es decir, seguir el paradigma de GQM. Teniendo el objetivo hay que identificar la pregunta, después se puede decir que se tiene de manera semi-automática la perspectiva del cuadro de mando por la clasificación en el modelo de análisis de BOQM, el siguiente paso es complementar los campos de los constructores por cada objetivo de mejora,

específicamente el campo de pregunta, concepto medible y perspectiva CMI. Los constructores actualizados son el producto de salida de esta tarea.

D2.5.3: Establecer las posibles medidas base o derivadas por cada concepto medible

Objetivo de la tarea

definir las medidas para cada constructor de medición (véase la figura 3.31).

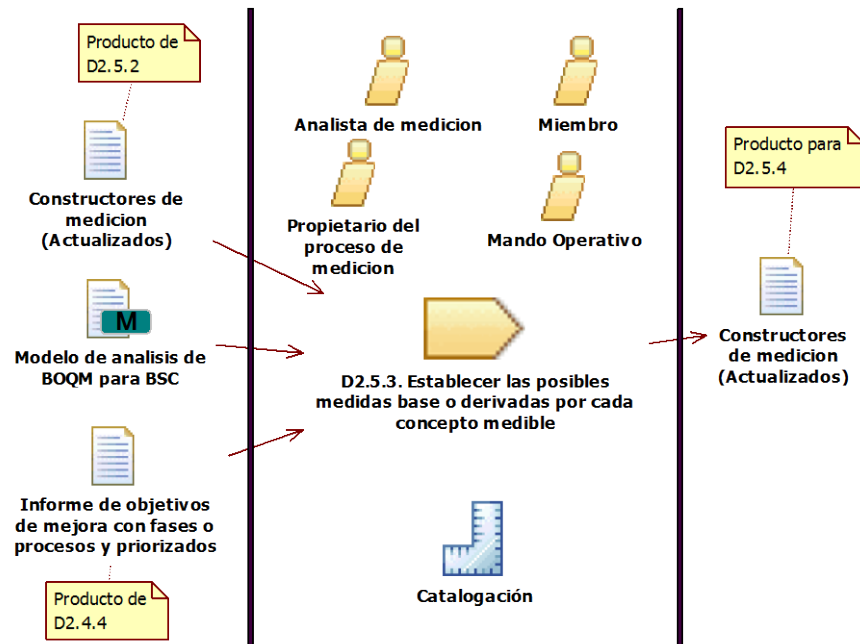


Figura 3.31– Tarea D2.5.3. Establecer las posibles medidas base o derivadas por cada concepto medible: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Modelo de análisis de BOQM para BSC
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Catalogación

Roles

- Miembro
- Mando operativo
- Analista de medición
- Propietario del proceso de medición

Descripción

Habiendo seleccionado la pregunta y el concepto medible, lo siguiente es elegir las medidas base o derivadas alineadas a la misma pregunta, estas medidas se encuentran en el nivel 4 del modelo de análisis de BOQM. Una *medida base* está definida en términos de un atributo y el método para cuantificarla, una medida base es funcionalmente independiente de otras medidas. Y una *medida derivada* mide lo que se define como una función de dos más valores de una medida base. Por ahora en esta tarea solo consiste en actualizar los campos de nombre de la medida y siglas de los constructores de medición (véase la figura 3.30).

Para dar una mayor comprensión a lo que es una medida base y una medida derivada se explicará en forma de ecuaciones. Se puede decir que la siguiente ecuación representa el valor de una medida base:

$Y_i = f_1(X_i)$ en donde Y es el valor de la medida base,

f_1 el método de medición,

y X_i el atributo

También se puede decir que el valor de la medida derivada se representa con la siguiente ecuación:

$Z_i = f_2(Y_{ii}, Z_1, \dots)$ en donde Z es el valor de la medida base,

f_2 la función de medición,

Y_{ii} valores de las medidas base,

y Z_1 los valores de las medidas derivadas.

D2.5.4: Determinar el nombre del indicador

Objetivo de la tarea

Haber definido el nombre de todos constructores de medición (véase la tarea de la figura 3.32).

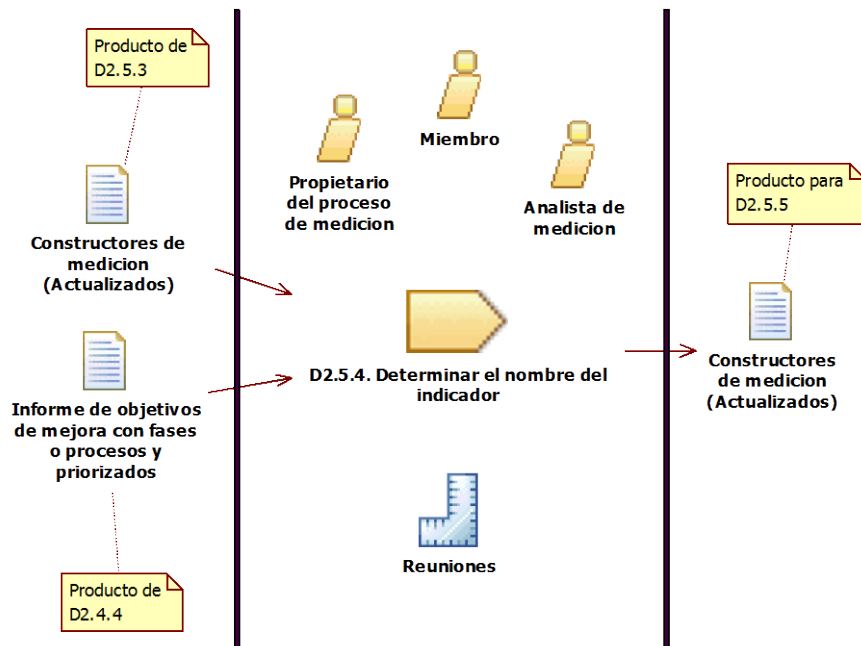


Figura 3.32 – Tarea D2.5.4. Determinar el nombre del indicador: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Propietario del proceso de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El analista de medición, el propietario del proceso de medición y el miembro se **reúnen** y definen el nombre del indicador y actualizan los constructores de medición. El nombre del indicador tiene que ser lo bastante abstracto y transmitir la idea de que datos se recogen para tomar una decisión, de esta manera el usuario tendrá una primera impresión de qué mide el constructor de medición. Es casi seguro que esta tarea trabaje a la par con la definición de las medidas.

D2.5.5: Proveer de una interpretación al indicador para el objetivo de mejora de mejora

Objetivo de la tarea

Haber definido las interpretaciones de cada indicador para mayor comprensión por parte del usuario de medición (véase la tarea de la figura 3.33).

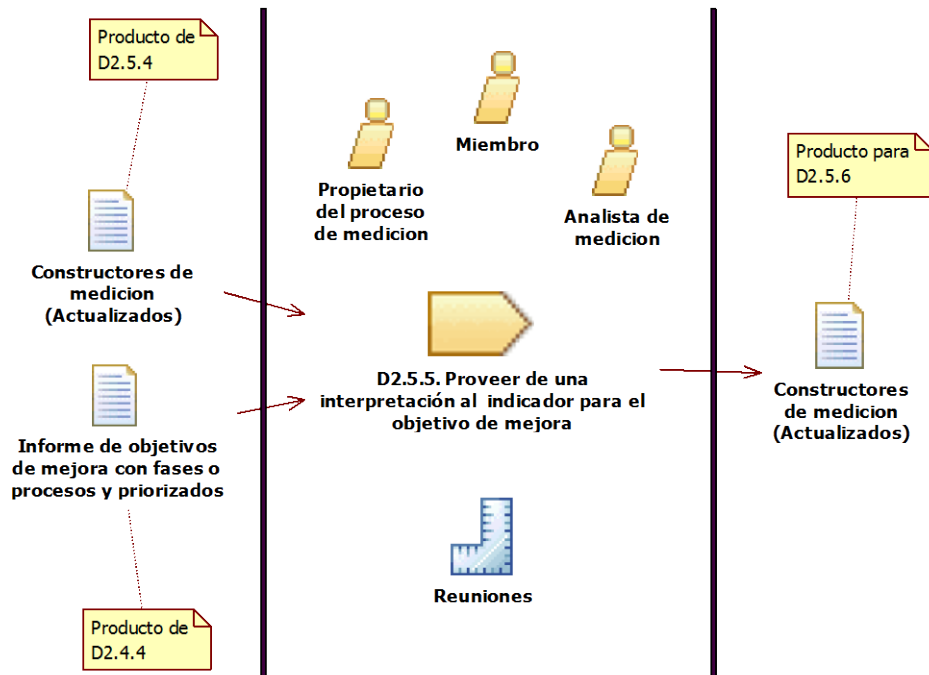


Figura 3.33 – Tarea D2.5.5. Proveer de una interpretación al indicador para el objetivo de mejora: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Propietario del proceso de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El propietario del proceso de medición, el analista de medición y el miembro se **reúnen** y aportan una interpretación a cada constructor de medición, la descripción relaciona la información cuantitativa con el objetivo de mejora en un lenguaje fácil de entender por el usuario de medición.

D2.5.6: Definir al usuario de cada constructor de medición

Objetivo de la tarea

Tener definidos los usuario(s) de medición de todos los constructores de medición (véase la tarea de la figura 3.34).

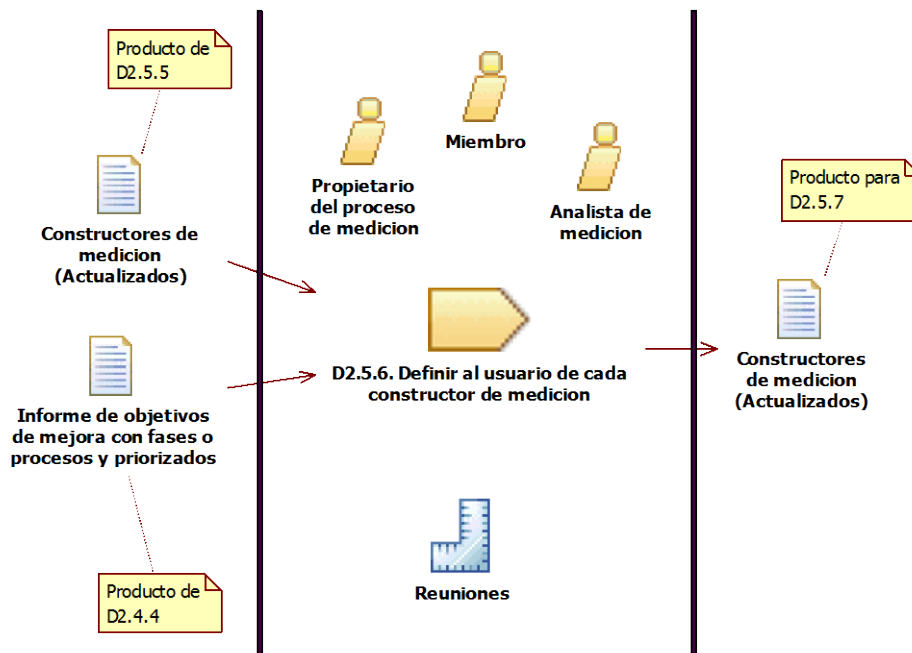


Figura 3.34 – Tarea D2.5.6. Definir al usuario de cada constructor de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados).

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Propietario del proceso de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El propietario del proceso de medición, analista de medición y el miembro se **reúnen** para definir el usuario(s) de medición que va a utilizar la información del constructor de medición para la toma de decisiones.

D2.5.7: Por cada medida derivada o base definir el recurso para obtener los datos

Objetivo de la tarea

Tener toda la información de donde localizar los recursos necesarios para recoger datos medibles de todos los constructores de medición (véase la figura 3.35).

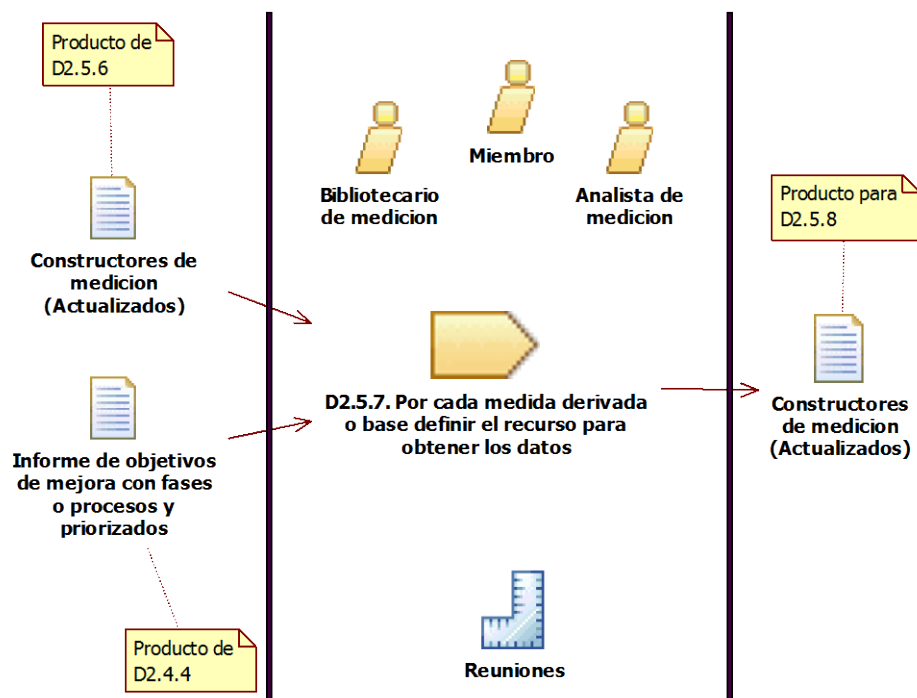


Figura 3.35 – Tarea D2.5.7. Por cada medida derivada o base definir el recurso para obtener los datos: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición
- Analista de medición

- Miembro

Descripción

El bibliotecario de medición, el analista de medición y el miembro se deben **reunir** para actualizar todos los constructores de medición, por cada medida base o derivada definen un recurso electrónico (base de datos, hojas de cálculo, documentos de texto, herramientas de gestión, etc.) o de mano (reportes de encuestas, reportes de estado) del cual se recogerán datos medibles para otorgar un valor a la medida. Un dato que facilitará la búsqueda, es ver la alineación de cada constructor de medición con su objetivo de mejora, y utilizar la fase o proceso señalizado en el objetivo de mejora para acotar la búsqueda de los recursos.

D2.5.8: Por cada recurso, definir el procedimiento de recogida y almacenamiento

Objetivo de la tarea

Haber definido los procedimientos de recogida y almacenamiento de los datos de todos los constructores de medición (véase la tarea de la figura 3.36).

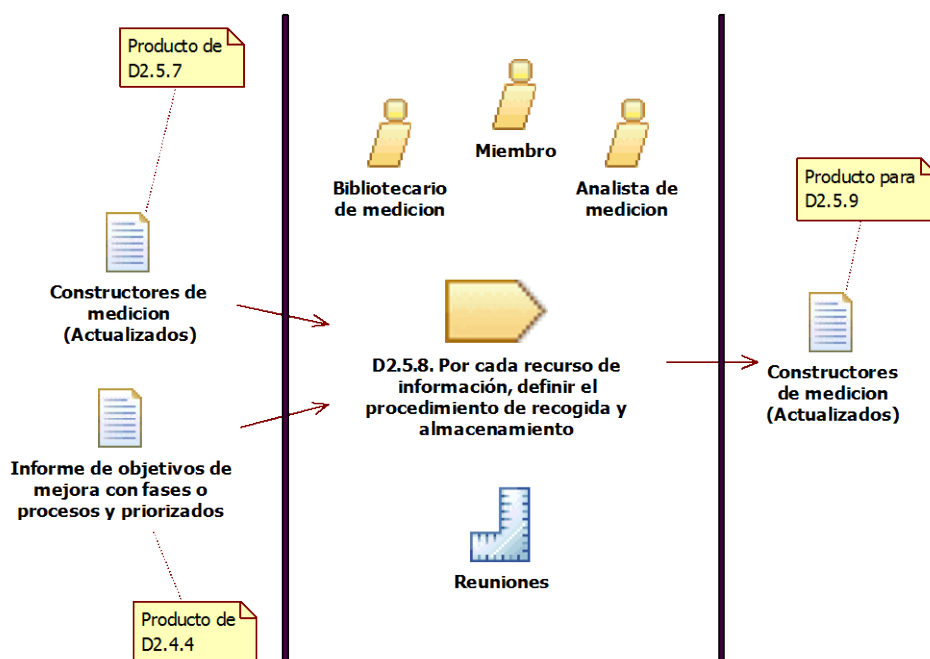


Figura 3.36 –Tarea D2.5.8. Por cada recurso, definir el procedimiento de recogida y almacenamiento: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El bibliotecario, el analista de medición y el miembro se deben de **reunir** para especificar por cada medida base o derivada los procedimientos de cómo los datos deben ser recogidos (quién tiene el recurso, cómo obtener el recurso), así como también cómo estos son almacenados (dónde se quiere almacenar los valores del recurso). También es necesario definir por cada constructor el periodo de recogida y revisión de datos, así como también el periodo de reporte del constructor de medición a los usuarios.

D2.5.9: Detallar los elementos de cada medida base**Objetivo de la tarea**

Haber completado todos los elementos del que se compone una medida base en todos los constructores de medición, específicamente los siguientes elementos: atributo, escala, el tipo de escala, el método de medición y la unidad de medición (véase la tarea en la figura 3.37).

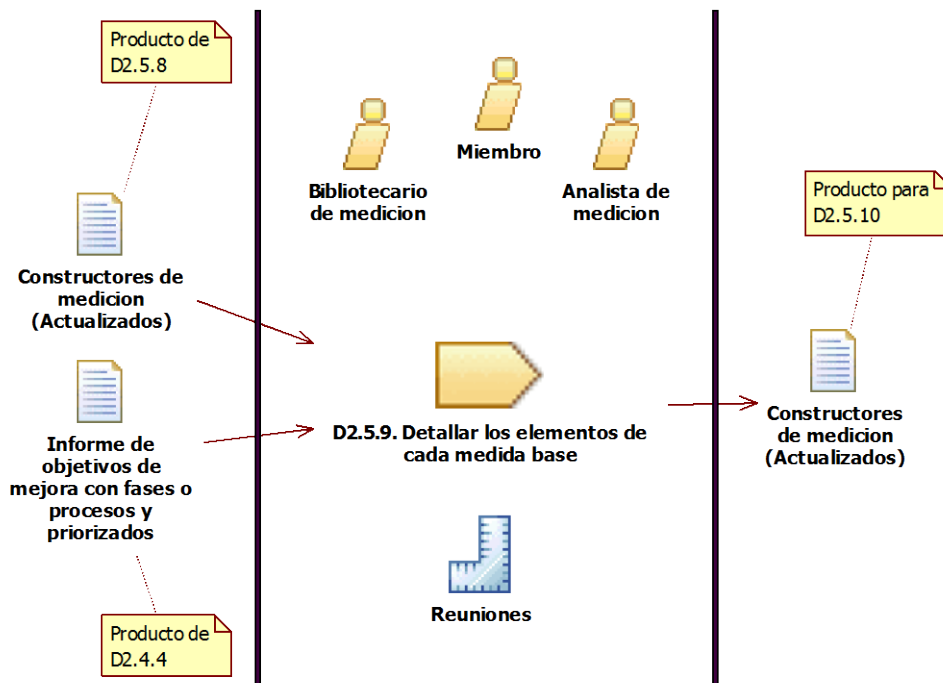


Figura 3.37 – Tarea D2.5.9. Detallar los elementos de cada medida base: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

En esta tarea entran cinco términos que requieren ser definidos para que el bibliotecario, el analista y el miembro logren completar los campos en el constructor de medición por cada medida base. Los términos se definen según la norma ISO 15939 (ISO 2007).

Unidad de medición. Es una cantidad particular, definida y adoptada por convención, con el cual otras cantidades del mismo tipo son comparadas para expresar su magnitud relativa a esa cantidad. Por ejemplo, requerimiento, Euros, etc.

Atributo. Es la propiedad o característica de una entidad que puede ser distinguida cuantitativamente o cualitativamente por medios humanos y automatizados. Por ejemplo, total de requerimientos, coste presupuestado, coste estimado por mes, etc.

Tipo de escala. El tipo de escala depende de la naturaleza de la relación entre los valores en la escala. Son cuatro los tipos de escala comúnmente definidos:

- **Nominal.** Los valores de medición son categóricos. Por ejemplo, la clasificación de defectos por su tipo no implica un orden a través de sus categorías.
- **Ordinal.** Los valores de medición son de rango. Por ejemplo, la asignación de defectos a un nivel de severidad es un rango.
- **Intervalo.** Los valores de medición tienen las mismas distancias correspondientes a las mismas cantidades del atributo. Por ejemplo, la complejidad ciclomática tiene el valor mínimo de uno, pero cada incremento representa una ruta adicional. El valor de cero no es posible.
- **Radio.** Los valores de medición tienen las mismas distancias correspondientes a las mismas cantidades del atributo donde el valor cero corresponde al valor nulo del atributo. Por ejemplo, el tamaño en términos del número de requisitos es una radio de escala porque el valor cero corresponde a los no-requisitos y cada requisito adicional definido representa una misma cantidad incremental.

Del campo tipo de escala en el constructor de medición solo es necesario completar si es nominal o ordinal o intervalo o radio.

Escala. Es un conjunto de valores ordenados, continuos o discretos, o un conjunto de categorías al cual el atributo es asignado. Por ejemplo, 1..n , 0€.límite del presupuesto de un proyecto, etc.

Método de medición. El método de medición es una secuencia lógica de operaciones, descritas de manera general, usada para cuantificar un atributo con respecto a una escala

especificada. Las operaciones pueden envolver actividades tales como contar ocurrencias o observar el paso de un tiempo. El mismo método de medición puede ser aplicado a múltiples atributos. Sin embargo, cada combinación única de un atributo y un método produce una medida base diferente. Algunos métodos de medición pueden ser implementados de múltiples formas. Un procedimiento de medición describe la implementación específica de un método de medición dentro de un contexto organizacional dado. Un ejemplo, contar el número de puntos y comas en el código de un proyecto X, con esto se estaría contando las líneas de código de un proyecto X.

D2.5.10: Con las medidas base definir las formulas de las medidas derivadas

Objetivo de la tarea

Haber definido todas las formulas de cada constructor de medición (véase la tarea de la figura 3.38).

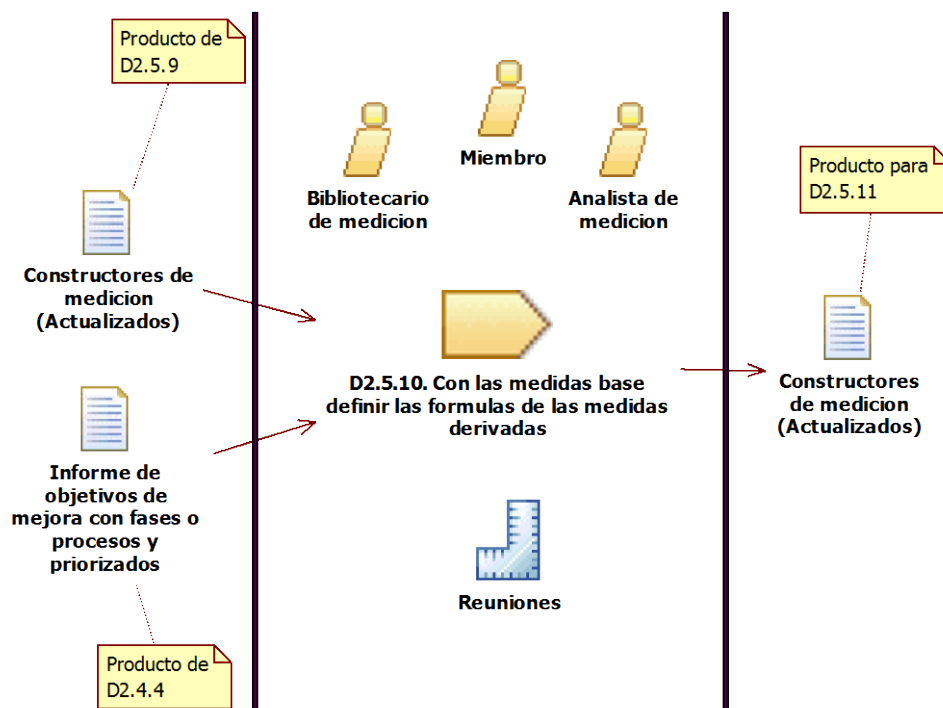


Figura 3.38 – Tarea D2.5.10. Con las medidas base definir las formulas de las medidas derivadas: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El bibliotecario, el analista y el miembro se deben **reunir** para especificar las medidas derivadas utilizando las medidas base. La formula de cada medida derivada puede estar formada de una o más medidas derivadas y/o una o más medidas derivadas. Por ejemplo, tenemos las medidas base, Coste Presupuestado del Trabajo Realizado (CPTR), Coste Presupuestado del Trabajo Programado (CPTP), entonces podemos crear la siguiente medida derivada, Índice de Eficiencia de Programa ($IEP = (CPTR - CPTP) / CPTP$).

D2.5.11: Establecer el criterio de decisión

Objetivo de la tarea

Haber definido el criterio de decisión en todos los constructores de medición para que los usuarios puedan tomar las acciones correctivas correspondientes (véase la tarea de la figura 3.39).

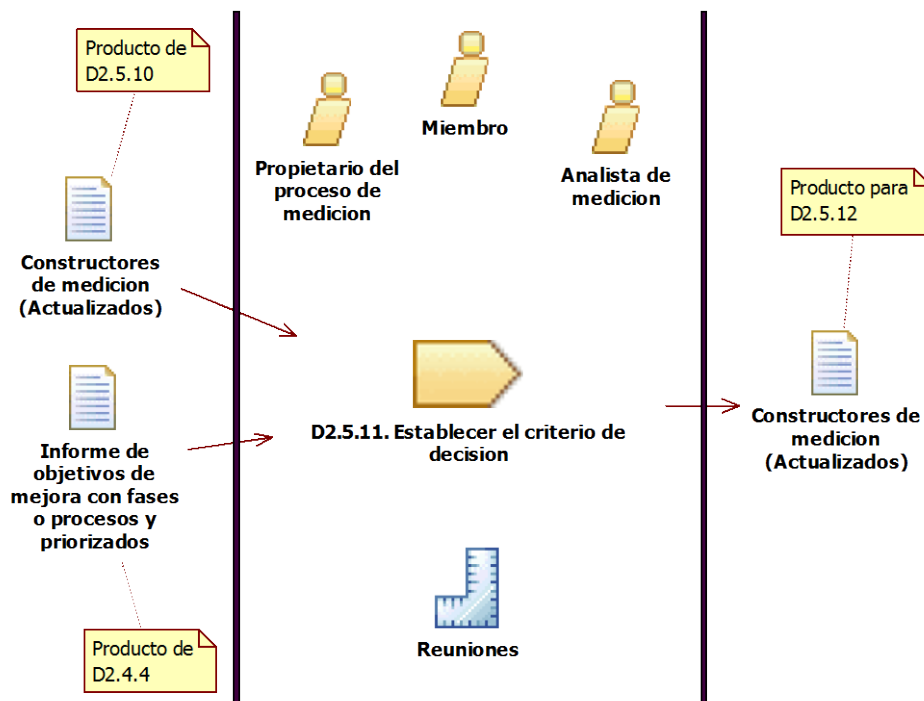


Figura 3.39 – Tarea D2.5.11. Establecer el criterio de decisión: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)

- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados).

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Propietario del proceso de medición
- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El propietario del proceso de medición, el analista de medición y el miembro se deben de **reunir** para delimitar el estado en el que se encuentra el constructor de medición en un determinado tiempo, que puede ser en un estado deseado como mínimo, medio, excelente. Para realizar esta delimitación de valores se tiene que complementar los campos de mínimo, medio, excelente, y las siglas de la unidad(es) de medición a ser comparada por el criterio de decisión en cada constructor de medición, cada campo del criterio de decisión puede delimitarse con estructuras de control básicas que tengan un resultado verdadero o falso, es decir, con condiciones if-then-else o select-case y operadores de condición ($=$, $<$, $>$, \leq , \geq , o $<>$). Por ejemplo, si tenemos la medida a comparar como la varianza del IEP (VIEP), podemos complementar el campo excelente del criterio de decisión con las condiciones y operadores de la siguiente forma, *If VIEP $\geq 10\%$ and VIEP $\leq 10\%$* . Por último, se debe sugerir alguna acción correctiva en caso de que los valores estén tocando el estado mínimo.

D2.5.12: Obtener las relaciones causa-efecto entre constructores de medición

Objetivo de la tarea

Haber definido todas las relaciones causa-efecto entre todos los constructores de medición diseñados (véase la tarea en la figura 3.40).

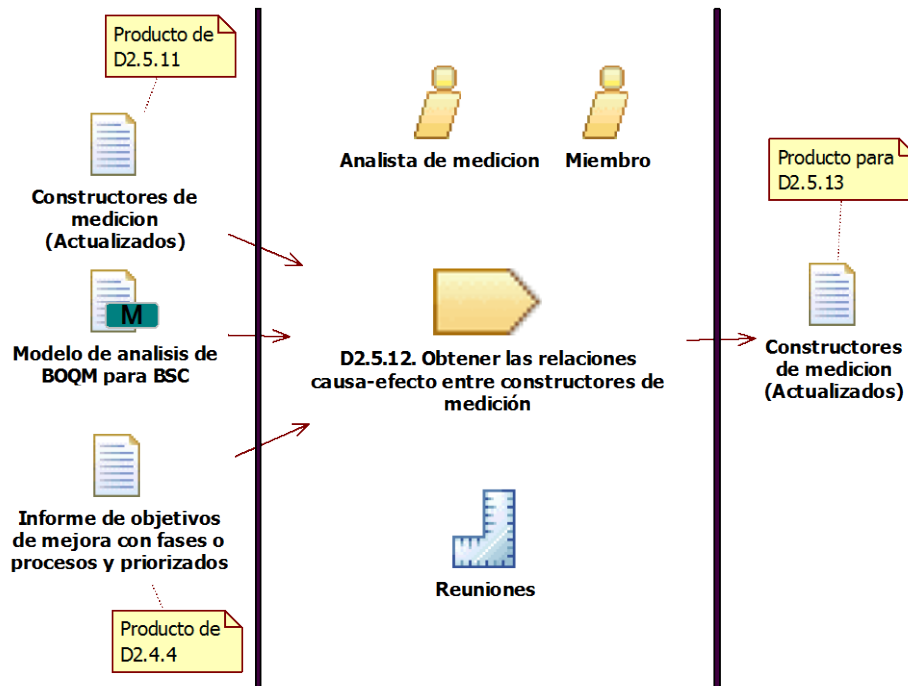


Figura 3.40 – Tarea D2.5.12. Obtener las relaciones causa-efecto entre constructores de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Modelo de análisis de BOQM para BSC
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Analista de medición
- Miembro

Descripción

El analista de medición y el miembro se deben de **reunir** para identificar las relaciones causa-efecto con el uso del modelo de análisis de BOQM. Como se describe en el modelo de análisis de BOQM (véase el apartado 3.6.8), a partir de que en el constructor se tiene identificado el concepto medible de igual forma también se tiene su relación causa-efecto, con el número de relación se puede interpretar como el constructor puede afectar a otro, esta redacción se tiene que actualizar en todos los constructores en el campo de modelo de análisis. El propósito de esta descripción es que el usuario conozca como un constructor de medición puede afectar de forma positiva o negativa a otros.

D2.5.13: Completar las observaciones y dar el visto bueno a los CMs

Objetivo de la tarea

Haber complementado todas las observaciones de los constructores de medición (CMs) y haber confirmado el buen diseño CMs (véase la tarea en la figura 3.41).

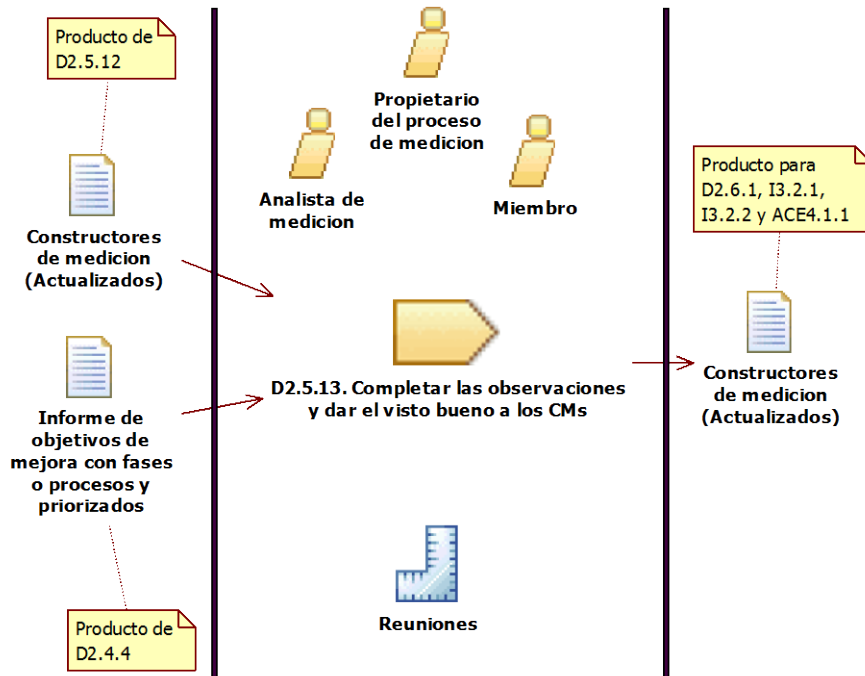


Figura 3.41 –Tarea D2.5.13. Completar las observaciones y dar el visto bueno a los CMs: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Constructores de medición (Actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Analista de medición
- Miembro
- Propietario del proceso de medición

Descripción

Para completar el diseño del programa de medición, el analista de medición, el miembro y el propietario del proceso de medición se **reúnen** para completar los campos de observaciones de los CMs. Información acerca del constructor de medición o

asunciones de información u otro contexto que afecte a los datos del constructor pueden ser beneficioso para que el usuario esté al tanto de pormenores significativos. Por último, el propietario del proceso de medición debe dar el visto bueno a todos los constructores o convocar otra reunión para las correcciones.

D2.6: RE-PRIORIZAR LOS OBJETIVOS DE MEJORA

Objetivo de la actividad

Haber modificado o confirmado las prioridades de todos los objetivos de mejora en base a las relaciones causa-efecto de sus correspondientes constructores de medición. Para realizar esta actividad véase la tarea en la tabla 3.16.

Tabla 3.16. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Constructores de medición (actualizados) Modelo de análisis de BOQM para BSC Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados 	<ul style="list-style-type: none"> D2.6.1. Re-priorizar los objetivos de mejora en base a las relaciones causa-efecto entre los CMs 		<ul style="list-style-type: none"> Objetivos de mejora re-priorizados
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Miembro Analista de medición Mando táctico 	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo de re-priorización 	

D2.6.1: Re-priorizar los OMs en base a las relaciones causa-efecto entre los CMs

Objetivo de la tarea

Haber seguido el mecanismo de re-priorización para volver a dar prioridades a todos los OM (véase la tarea de la figura 3.42).

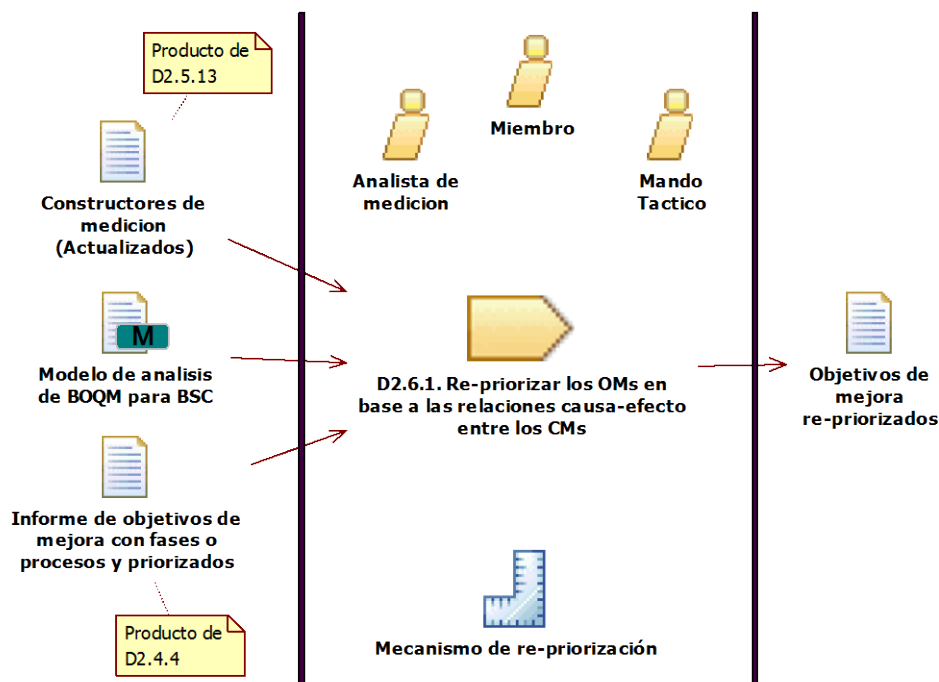


Figura 3.42 –Tarea D2.6.1- Re-priorizar los OMs en base a las relaciones causa-efecto entre los CMs: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (Actualizados)
- Modelo de análisis de BOQM para BSC
- Informe de objetivos de mejora con fases o procesos y priorizados. *Anexo C, fig. C19*

De salida

- Objetivos de mejora re-priorizados

Técnicas

- Mecanismo de re-priorización

Roles

- Analista de medición
- Miembro
- Mando táctico

Descripción

Esta tarea consiste en ver si es necesario volver a dar prioridades de importancia a los objetivos de mejora, para ello se debe seguir el **mecanismo de re-priorización** presentado en el apartado 3.6.9 por cada objetivo estratégico (OE) y sus objetivo de mejoras (OM) y sus correspondientes constructores de medición (CM).

Ahora se prosigue con la aprobación del mando táctico para tal cambio de prioridades en los objetivos de mejora.

I3: PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Objetivos del proceso

- Haber ejecutado los modelos operativos (**O.I3.1**). *El objetivo se cumple completando la actividad I3.1.*
- Haber ejecutado el proceso de medición (**O.I3.2**). *El objetivo se cumple completando la actividad I3.2.*

El alcance de este proceso se puede apreciar en la figura 3.43.

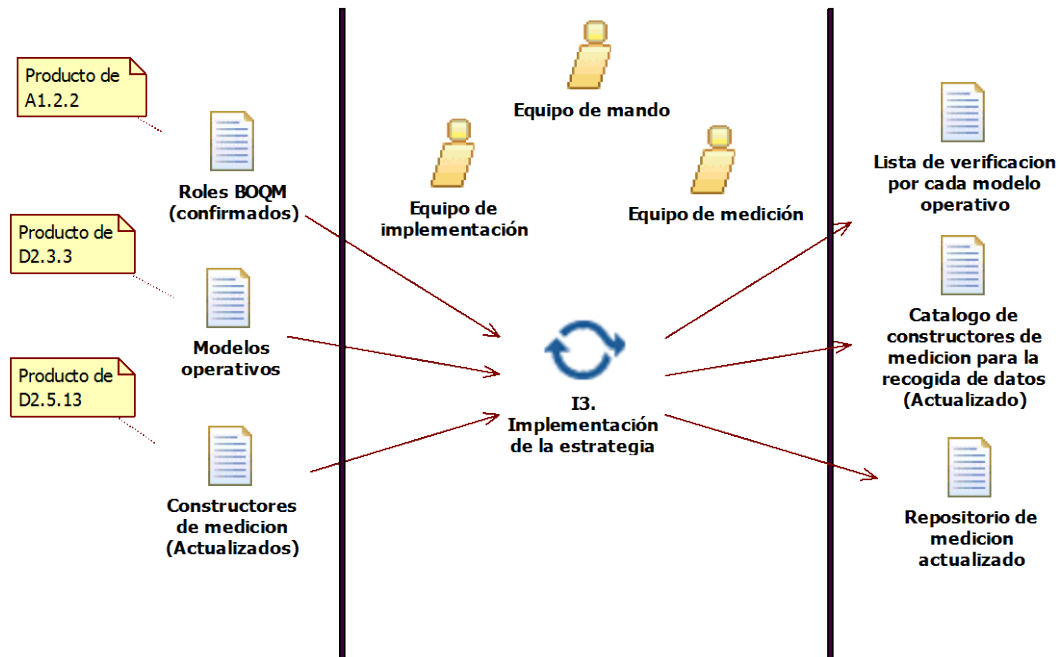


Figura 3.43 – Proceso I3. Implementación de la estrategia: entradas, salidas y roles

Entradas requeridas

- Roles BOQM (confirmados)
- Modelos operativos
- Constructores de medición (actualizados)

Roles

- Equipo de medición
- Equipo de mando
- Equipo de implementación

Actividades a realizar

- I3.1 Ejecutar los modelos operativos
- I3.2 Ejecutar los procedimientos de recogida y almacenamiento

Las actividades se deben seguir de tal forma como se muestra el diagrama de actividades en la figura 3.44.

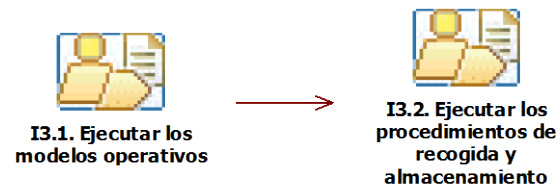


Figura 3.44 – Proceso I3. Implementación de la estrategia: diagrama de actividades

Salidas

- Lista de verificación por cada modelo operativo
- Catalogo de constructores de medición para la recogida de datos (Actualizado)
- Repositorio de medición actualizado

I3.1: EJECUTAR LOS MODELO OPERATIVOS

Objetivo de la actividad

Haber ejecutado los modelos operativos con sus respectivos responsables. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.17.

Tabla 3.17. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Roles de BOQM (Confirmados) • Modelos operativos 	<ul style="list-style-type: none"> • I3.1.1. Establecer el compromiso de implementación con el personal • I3.1.2. entregar todas las listas de verificación definidas dentro de cada modelo operativo a sus responsables 		<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso de la aplicación del proceso BOQM firmado por el Mando de Alto Nivel • Lista de verificación por cada modelo operativo
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de mando • Equipo de implementación • Equipo de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones 	

I3.1.1: Establecer el compromiso de implementación con el personal

Objetivo de la tarea

Que todo el personal de la SEO este comprometido con la implementación de BOQM (véase la tarea en la figura 3.45).

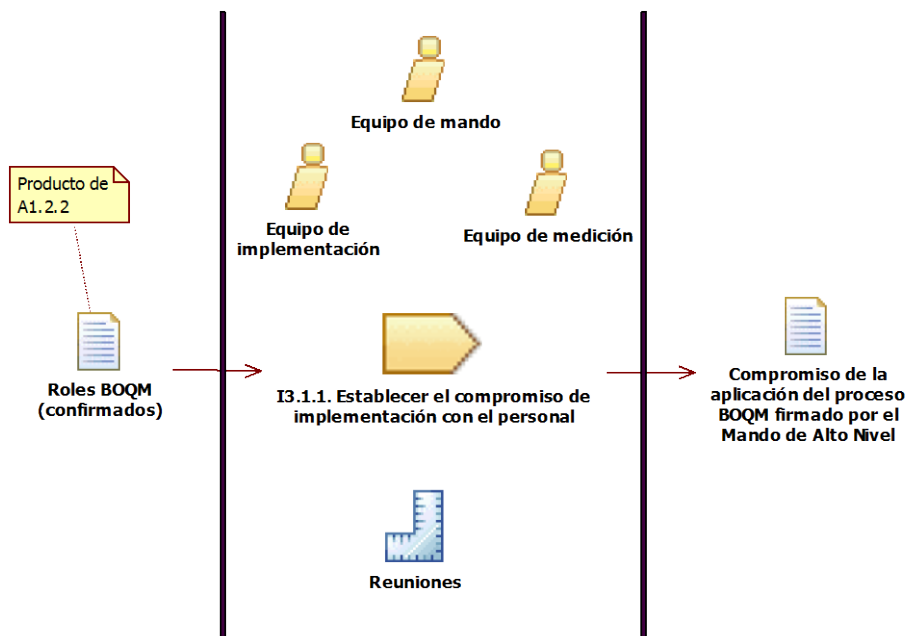


Figura 3.45 –Tarea I3.1.1. Establecer el compromiso de implementación con el personal

Productos

De entrada

- Roles BOQM confirmados

De salida

- Compromiso de la aplicación del proceso BOQM firmado por el Mando de Alto Nivel

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Equipo de medición
- Equipo de implementación
- Equipo de mando

Descripción

Todos los participantes envueltos en el proceso de implementación de la estrategia y del proceso de medición deben establecer un compromiso de responsabilidad y compartición de información. Para realizar la **reunión** donde se establezca el compromiso, se requiere el informe de roles de BOQM como producto de entrada, durante dicha sesión se expondrá ante los roles dicho compromiso de la aplicación de BOQM firmada por el mando directivo, y esté será el producto de salida de la tarea.

I3.1.2: Entregar todas las LV de los modelos operativos a sus responsables

Objetivo de la tarea

Haber distribuido el compromiso de implementación a los responsables de los modelos operativos (MOs) mediante las listas de verificación (LV) (véase la tarea en la figura 3.46).

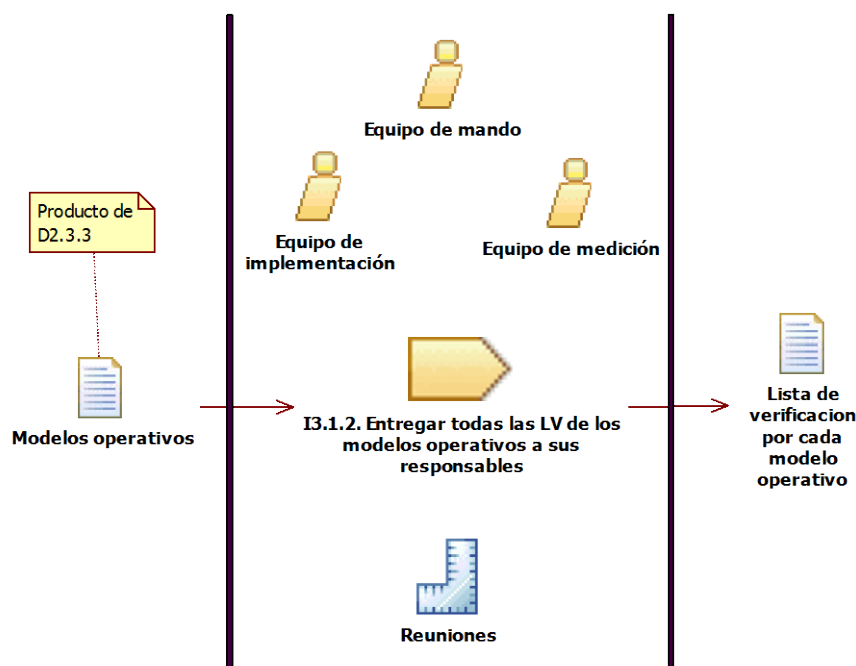


Figura 3.46 – Tarea I3.1.2. Entregar todas las LV de los modelos operativos a sus responsables

Productos**De entrada**

- Modelo operativos. *Anexo C, fig. C18*

De salida

- Lista de verificación por cada modelo operativo. *Anexo C, fig. C16*

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Equipo de implementación
- Equipo de mando
- Equipo de medición

Descripción

En esta tarea el mando de operativo debe utilizar los modelos operativos para crear las listas de verificación de cada modelo operativo, que son entregadas mediante una **reunión** a sus correspondientes ejecutores. La entrega de las LV son para la puesta en marcha de las acciones de los modelos operativos.

I3.2: EJECUTAR LOS PROCEDIMIENTOS DE RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO

Objetivo de la actividad

Haber puesto en marcha los procedimientos de recogida y almacenamiento de la información de medición. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.18.

Tabla 3.18. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Constructores de medición (actualizados) Catálogo 	<ul style="list-style-type: none"> I3.2.1. Recoger los datos de medición de los recursos electrónicos o de los documentos físicos I3.2.2. Actualizar el repositorio de medición con los datos recogidos 		<ul style="list-style-type: none"> Catálogo de constructores de medición para la recogida de datos (Actualizado) Repositorio de medición actualizado
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Bibliotecario de medición 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de recogida Procedimiento de almacenamiento 	

I3.2.1: Recoger los datos de medición de los recursos electrónicos o de los documentos físicos

Objetivo de la tarea

Haber puesto en marcha los procedimientos de recogida de datos medibles (véase la tarea en la figura 3.47).

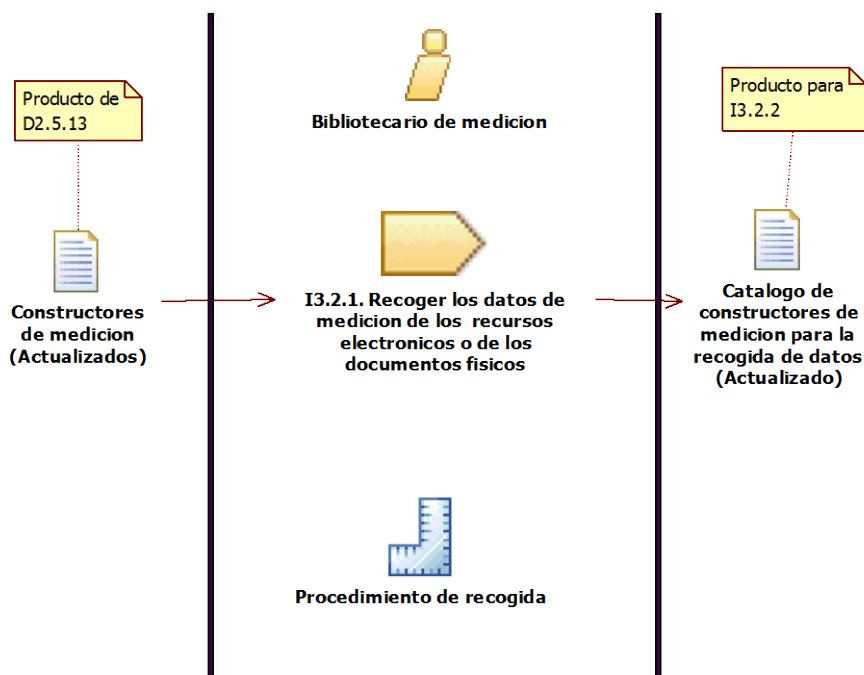


Figura 3.47 – Tarea I3.2.1. Recoger los datos de medición de los recursos electrónicos o de los documentos físicos: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Constructores de medición actualizados

De salida

- Catalogo de constructores de medición para la recogida de datos (Actualizado).
Anexo C, fig. C1

Técnicas

- Procedimiento de recogida

Roles

- Bibliotecario de medición

Descripción

La tarea consiste en que bibliotecario de medición utilice los constructores de medición para recoger los datos de medición de los recursos electrónicos o documentos físicos dependiendo del periodo de recogida de cada constructor, esto se repite por cada medida base de cada constructor de medición. Siguiendo el **procedimiento de recogida** indicado en el apartado 3.6.10 se actualizará el catalogo de constructores de medición para la recogida de datos.

I1.1.1: Actualizar el repositorio de medición con los datos recogidos

Objetivo de la tarea

Haber actualizado los repositorios de medición con la información recogida de los recursos (véase la tarea de la figura 3.48).

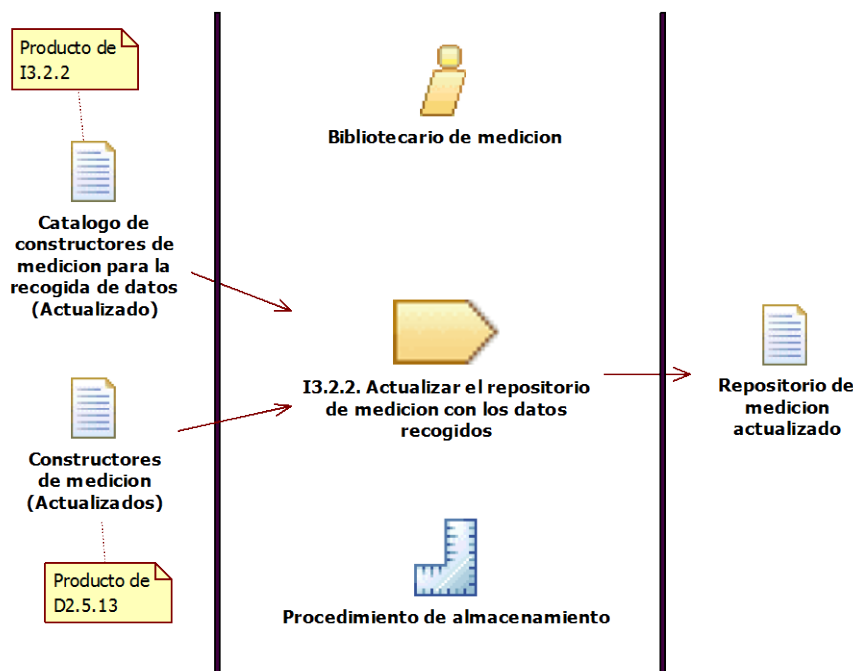


Figura 3.48 – Tarea I3.2.2. Actualizar el repositorio de medición con los datos recogidos: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Catálogo de constructores de medición para la recogida de datos (Actualizado).
Anexo C, fig. C1
- Constructores de medición (actualizados)

De salida

- Repositorio de medición actualizado

Técnicas

- Procedimiento de almacenamiento

Roles

- Bibliotecario de medición

Descripción

Para actualizar el repositorio de medición con los recursos obtenidos de la tarea anterior, el bibliotecario de medición debe seguir el **procedimiento de almacenamiento** indicado en el apartado 3.6.11.

ACE4: PROCESO DE ANÁLISIS, CONTROL Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Objetivos

- Haber analizado y actualizado todos los constructores de medición y el BSC (O.ACE4.1). *El objetivo se cumple completando la actividad ACE4.1.*
- Haber presentado BSC al mando directivo y táctico y todos los CMs a sus correspondientes usuarios de medición (O.ACE4.2). *El objetivo se cumple completando la actividad ACE4.2.*
- Haber evaluado la satisfacción de los usuarios de medición y el rendimiento de BOQM y tener el informe de experiencias y mejoras concluido para la siguiente implementación de BOQM (O.ACE4.3). *El objetivo se cumple completando la actividad ACE4.3.*

El alcance de este proceso se puede apreciar en la figura 3.49.

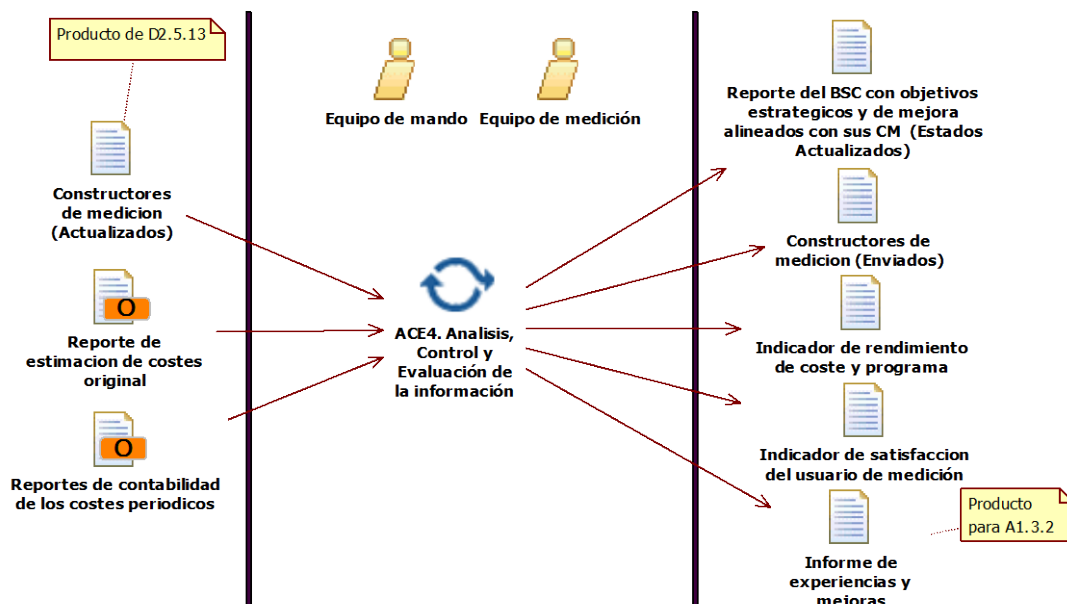


Figura 3.49 – Proceso ACE4. Análisis, control y evaluación de la información: entradas, salidas y roles

Entradas requeridas

- Constructores de medición (actualizados)
- Reporte de estimación de costes original. *Producto obtenido del departamento de contabilidad o de finanzas de la SEO o su semejante*
- Reportes de contabilidad de los costes periódicos. *Producto obtenido del departamento de contabilidad o de finanzas de la SEO o su semejante*

Roles

- Equipo de mando
- Equipo de medición

Actividades a realizar

- ACE4.1 Analizar de los constructores de medición en relación con los OM
- ACE4.2. Comunicar los resultados a los usuarios de medición

- ACE4.3. Evaluar la satisfacción y el rendimiento de BOQM para fijar las mejoras

Las actividades se deben seguir de tal forma como se muestra el diagrama de actividades en la figura 3.50.

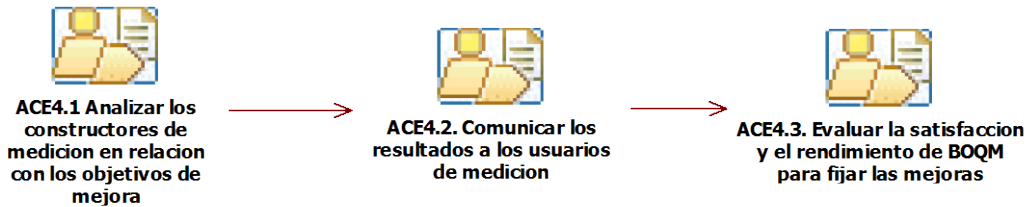


Figura 3.50 – Proceso ACE4. Análisis, Control y Evaluación de la información: diagrama de actividades

Salidas

- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (Estados Actualizados)
- Constructores de medición (Enviados)
- Indicador de rendimiento de coste y programa
- Indicador de satisfacción del cliente
- Informe de experiencias y mejoras

ACE4.1: ANALIZAR LOS CONSTRUCTORES DE MEDICIÓN EN RELACIÓN CON LOS OM

Objetivo de la actividad

Haber analizado y actualizado el estado de todos los constructores de medición en relación con los objetivos de mejora. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.19.

Tabla 3.19. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> Constructores de medición (Actualizados) Catalogo de constructores con modelo de análisis y estado Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM 	<ul style="list-style-type: none"> ACE4.1.1. Por cada CM, actualizar su modelo de análisis, el valor de la unidad de medida a comparar y el criterio de decisión ACE4.1.2. Crear o Actualizar el reporte del BSC con los estados de los OE, OM y CM 		<ul style="list-style-type: none"> Catalogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado (actualizado) Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (Estados Actualizados)
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> Analista de medición Bibliotecario de medición 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones Mecanismo de actualización de estados 	

ACE.4.1.1: Por cada CM, actualizar su modelo de análisis, el valor de la unidad de medida a comparar y el criterio de decisión

Objetivo de la tarea

Haber actualizado todos los constructores de medición en lo referente al estado en que se encuentra, malo, bueno o regular y en como impactan unos entre otros (véase la tarea de la figura 3.51).

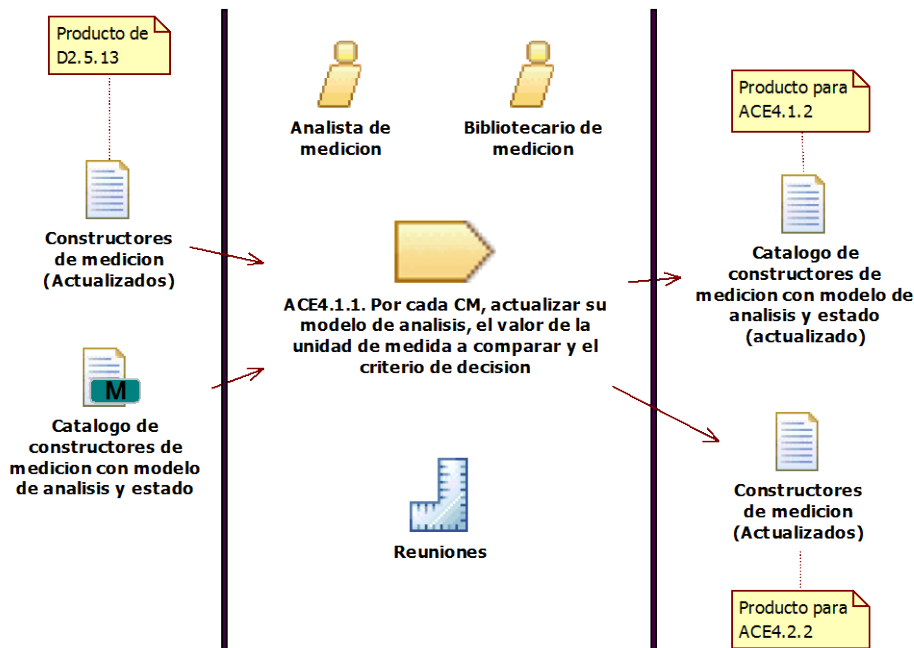


Figura 3.51 –Tarea ACE4.1.1. Por cada CM, actualizar su modelo de análisis, el valor de la unidad de medida a comparar y el criterio de decisión: entradas, salidas, roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición (actualizados)
- Catalogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado. *Anexo C, fig. C2*

De salida

- Catalogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado (Actualizado). *Anexo C, fig. C2*
- Constructores de medición (actualizados)

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Analista de medición
- Bibliotecario de medición

Descripción

El analista de medición y el bibliotecario de medición se deben de **reunir** para realizar las correspondientes actualizaciones sobre el producto de entrada “catalogo de constructores de medición con su modelo de análisis y estado”, específicamente actualiza cada constructor y por cada línea de registro del producto los siguientes campos: el periodo de revisión, el valor de la unidad de medición a ser comparada en el criterio de decisión, así como también modificar el modelo de análisis acorde con los valores actuales, es decir, la descripción actual de la relación causa-efecto conforme a los valores actuales de las medidas. Con esta tarea se habrán actualizado todos los

constructores y el producto de salida “catálogo de constructores de medición con su modelo de análisis y estado (actualizado)”.

ACE.4.1.2: Crear o Actualizar el reporte del BSC con los estados de los OEs, OMs y CMs

Objetivo de la tarea

Haber generado o actualizado el cuadro de mando integral (BSC, Balanced ScoreCard) en el que se presenta el estado de la estrategia en su totalidad (véase la tarea en la figura 3.52).

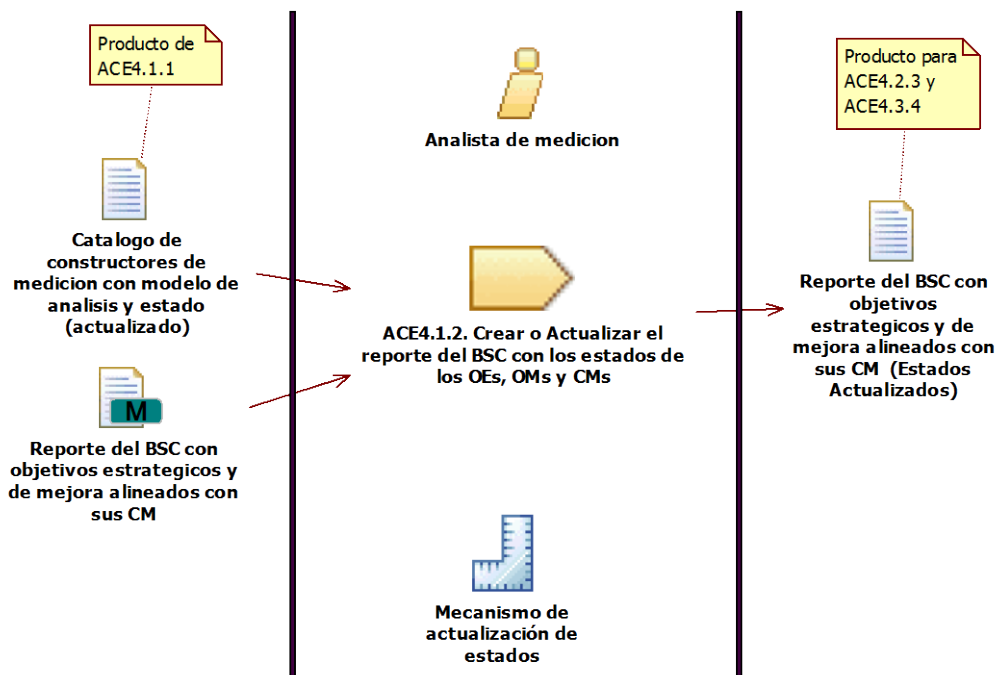


Figura 3.52 –Tarea ACE4.1.2. Crear o Actualizar el reporte del BSC con los estados de los OEs, OMs y CMs: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Catálogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado (Actualizado). *Anexo C, fig. C2*
- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM. *Anexo C, fig. C11*

De salida

- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (Estados actualizados). *Anexo C, fig. C11*

Técnicas

- Mecanismo de actualización de estados

Roles

- Analista de medición

Descripción

El analista de medición debe realizar parte del procedimiento de análisis apoyándose con dos productos de entrada el “catalogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado” y el “reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM”. Utiliza el catalogo para sacar el estado actual de todos los CMs, después actualiza el reporte del BSC con el siguiente **mecanismo de actualización de estados** que se encuentra en el apartado 3.6.12.

El producto de salida es el “reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejoras alineados con sus CM (Estados actualizados)”, este reporte quedará con sus respectivos estados actualizados.

ACE4.2: COMUNICAR LOS RESULTADOS A LOS USUARIOS DE MEDICIÓN

Objetivo de esta actividad

Todos usuarios de medición deben tener su información de medición. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.20.

Tabla 3.20. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Lista de peticiones de información • Constructores de medición (Actualizados) • Lista de reportes a los usuarios de medición • Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM 	<ul style="list-style-type: none"> • ACE4.2.1. Gestionar y responder las peticiones de información de todos los usuarios de medición • ACE4.2.2. Enviar los constructores de medición a sus usuarios de medición • ACE4.2.3. Enviar el BSC al mando de alto y medio nivel 		<ul style="list-style-type: none"> • Lista de peticiones de información (Actualizada) • Lista de reportes a los usuarios de medición (Actualizado) • Constructores de medición (Enviados) • Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (enviado)
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Analista de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • 	

ACE.4.2.1: Gestionar y responder las peticiones de información de todos los usuarios de medición

Objetivo de la tarea

Haber atendido todas las peticiones de los usuarios de medición (véase la tarea en la figura 3.53).

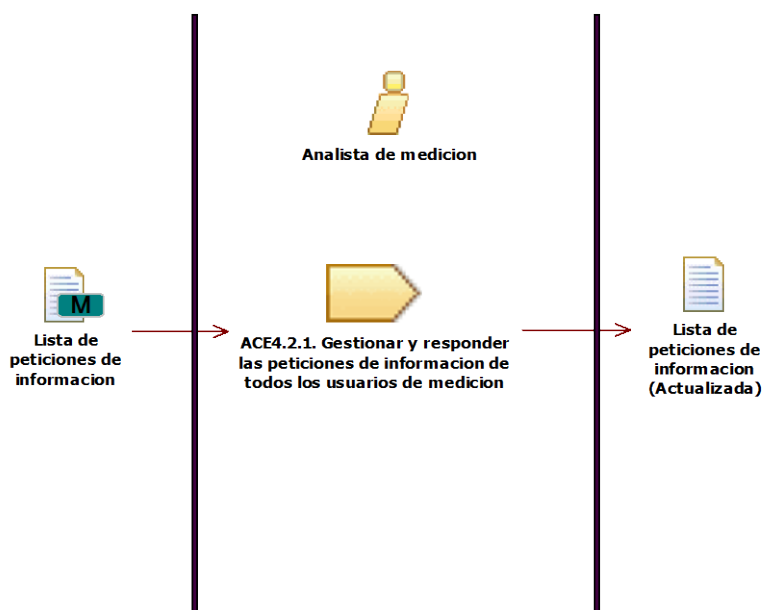


Figura 3.53 – Tarea ACE4.2.1. Gestionar y responder las peticiones de información de todos los usuarios de medición: entradas, salidas y roles

Productos**De entrada**

- Lista de peticiones de información. *Anexo C, figura C14*

De salida

- Lista de peticiones de información (Actualizada). *Anexo C, figura C14*

Técnicas

-

Roles

- Analista de medición

Descripción

En esta tarea el analista de medición utiliza la lista de peticiones de información (Anexo C, figura C14) para gestionar y responder las peticiones de información que tengan los usuarios de información con respecto a sus constructores de medición, se procede a actualizar las preguntas y respuestas de la lista, y entonces se envía la respuesta por correo electrónico a cada usuario de medición.

ACE.4.2.2: *Enviar los constructores de medición a sus usuarios de medición*

Objetivo de la tarea

Haber enviado todos los indicadores acorde su periodo de reporte a sus respectivos usuarios de medición (véase la tarea en la figura 3.54).

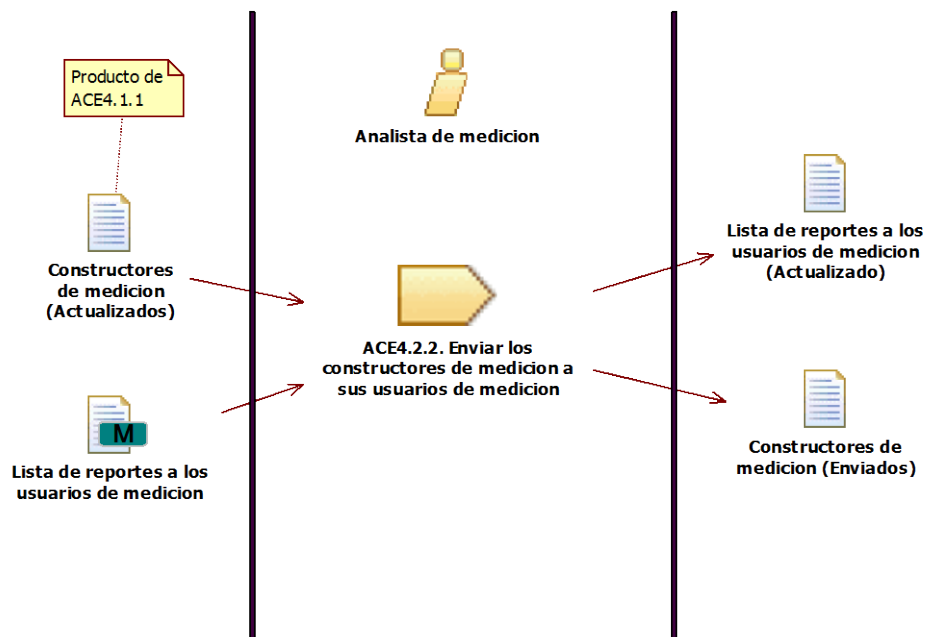


Figura 3.54 – Tarea ACE4.2.2. Enviar los constructores de medición a sus usuarios de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Constructores de medición
- Lista de reportes a los usuarios de medición. *Anexo C, figura C15*

De salida

- Lista de reportes a los usuarios de medición (Actualizado). *Anexo C, figura C15*
- Constructores de medición (Enviados)

Técnicas

-

Roles

- Analista de medición

Descripción

La presente tarea consiste en que el analista de medición utilice la lista de reportes a los usuarios de medición (Anexo C, figura C15) y empiece a enviar los constructores de medición conforme a su periodo de reporte, por cada constructor que envíe es necesario actualizar la fecha del envío en dicha lista.

ACE.4.2.3: *Enviar el BSC al mando directivo y táctico*Objetivo de la tarea

Haber informado al mando directivo y táctico del estado de la estrategia actual por medio de un BSC (véase la tarea en la figura 3.55).

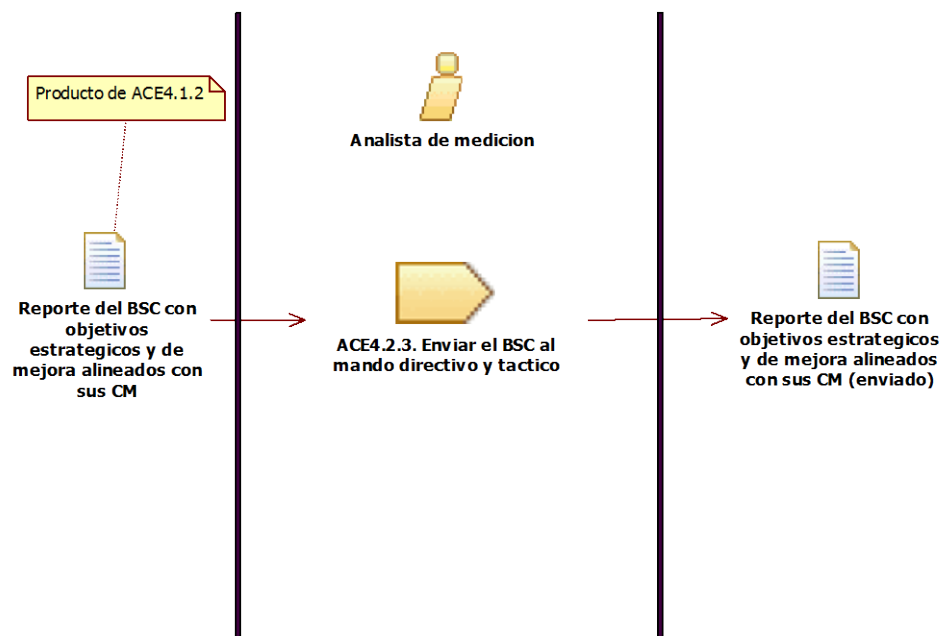


Figura 3.55 – Tarea ACE4.2.3. Enviar el BSC al mando directivo y táctico: entradas, salidas y roles

ProductosDe entrada

- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM. *Anexo C, figura C11*

De salida

- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (enviado). *Anexo C, figura C11*

Técnicas

-

Roles

- Analista de medición

Descripción

La tarea ACE4.2.3 consiste en que simplemente el analista de medición envíe el reporte del BSC con sus objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (anexo C, figura C11) a sus respectivos usuarios de medición, los cuales comúnmente son el mando directivo y táctico.

ACE4.3: EVALUAR LA SATISFACCIÓN Y EL RENDIMIENTO DE BOQM PARA FIJAR LAS MEJORAS

Objetivo de la actividad

Haber evaluado la satisfacción de los usuarios de medición y el rendimiento del proceso de BOQM con el propósito de fijar mejoras. Para realizar esta actividad véase las tareas en la tabla 3.21.

Tabla 3.21. Tareas de la actividad

Entradas	Tareas		Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas de usabilidad y contenido • Reporte de estimación de costes original • Reportes de contabilidad de los costes periódicos • Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (Estados Actualizados) 	<ul style="list-style-type: none"> • ACE4.3.1. Enviar la encuesta de usabilidad y contenido a los usuarios de medición • ACE4.3.2. Construir un indicador de rendimiento de coste y programa • ACE4.3.3. Construir el indicador de satisfacción del usuario de medición • ACE4.3.4. Fijar las mejoras para el proceso BOQM y los indicadores 		<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas de usabilidad y contenido (completadas) • Indicador de rendimiento de coste y programa • Indicador de satisfacción del usuario de medición • Informe de experiencias y mejoras
	Roles	Técnicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de mando • Equipo de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones • Entrevistas 	

ACE.4.3.1: Enviar la encuesta de usabilidad y contenido a los usuarios de medición

Objetivo de la tarea

Haber enviado y recuperado las encuestas de contenido y uso de los CMs a los usuarios de medición (véase la tarea en la figura 3.58).

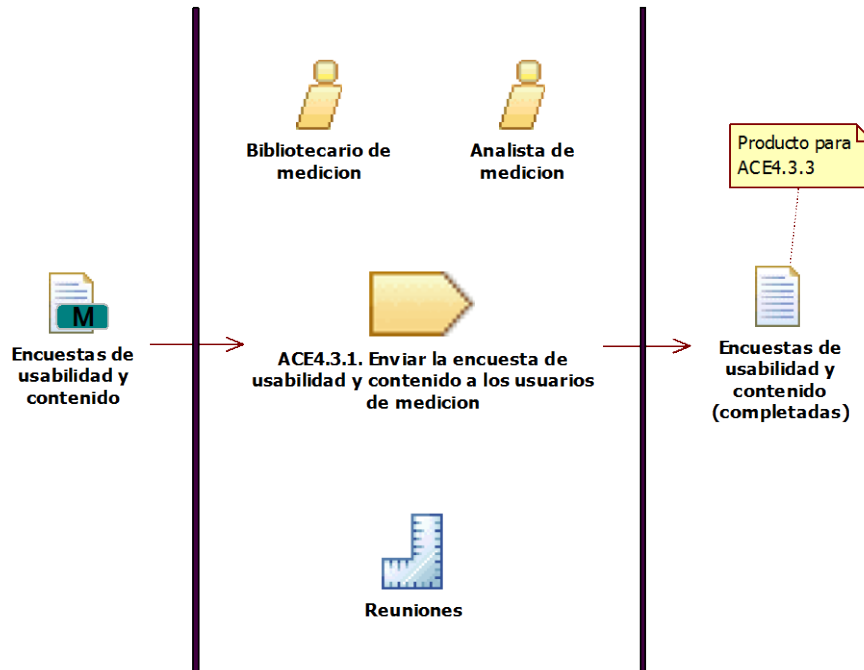


Figura 3.58 – Tarea ACE4.3.1. Enviar la encuesta de usabilidad y contenido a los usuarios de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Encuestas de usabilidad y contenido. *Anexo C, figuras C12 y C13*

De salida

- Encuestas de usabilidad y contenido (completadas). *Anexo C, figuras C12 y C13*

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición
- Analista de medición

Descripción

Se deben de **reunir** el bibliotecario de medición y el analista de medición para la gestión de las encuestas, ambos se encargan de enviar las encuestas de contenido y usabilidad de los constructores de medición (Anexo C, figuras C12 y C13) a los usuarios de medición y recogerlas respectivamente completadas después de una semana de espera. El producto de salida son las encuestas completadas.

ACE.4.3.2: Construir un indicador de rendimiento de coste y programa

Objetivo de la tarea

haber reunido toda la información de costes de implementación de BOQM con el personal de la SEO y haber creado con dicha información un indicador de rendimiento de coste y programa (véase la tarea en la figura 3.57).

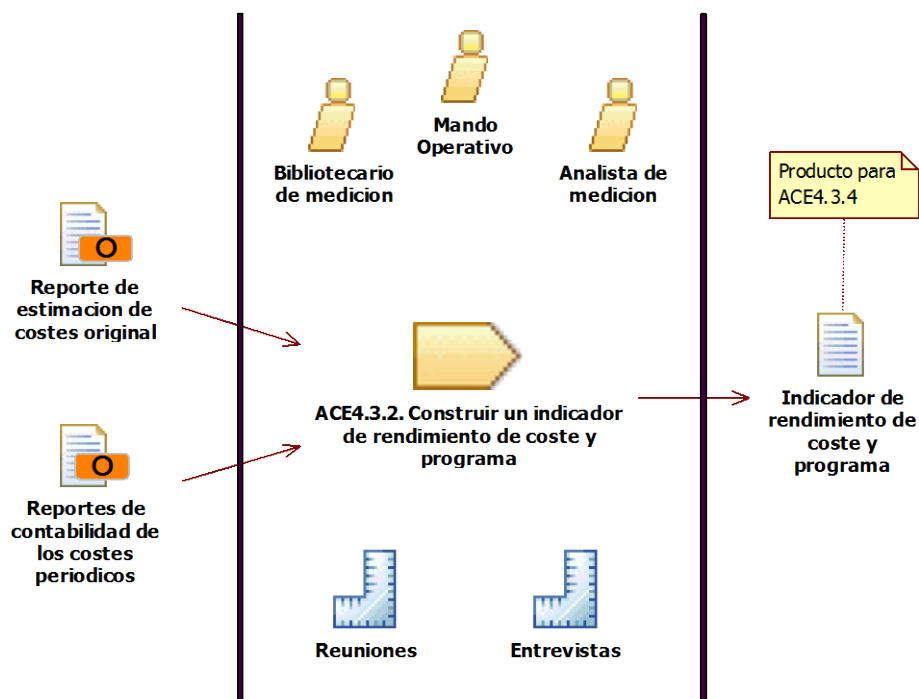


Figura 3.57 –Tarea ACE4.3.2. Construir un indicador de rendimiento de coste y programa: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Reporte de estimación de costes original. *Producto obtenido del departamento de contabilidad o de finanzas de la SEO o su semejante.*
- Reportes de contabilidad de los costes periódicos. *Producto obtenido del departamento de contabilidad o de finanzas de la SEO o su semejante.*

De salida

- Indicador de rendimiento de coste y programa

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Mando operativo
- Bibliotecario de medición
- Analista de medición

Descripción

El analista de medición y el bibliotecario de medición deben programar una **entrevista** con el mando operativo para obtener del departamento de contabilidad o de finanzas o su semejante un conjunto de reportes, el *reporte del coste estimado original* en base a los costes presupuestados acumulados mensualmente durante la aplicación de BOQM y

los *reportes de contabilidad de los costes periódicos* en base a los costes reales acumulados por el trabajo programado mensualmente y los costes presupuestados acumulados por el trabajo completado mensual de la aplicación de BOQM. Con dichos reportes el analista y el bibliotecario **reúnen** para crear un indicador de índice de eficiencia de programa y coste, un ejemplo de este indicador se puede ver en el anexo B, figura B1 y B2.

ACE.4.3.3: Construir el indicador de satisfacción del usuario de medición

Objetivo de la tarea

Haber creado un indicador para evaluar la satisfacción del usuario de medición con la información de las encuestas (véase la tarea en la figura 3.58).

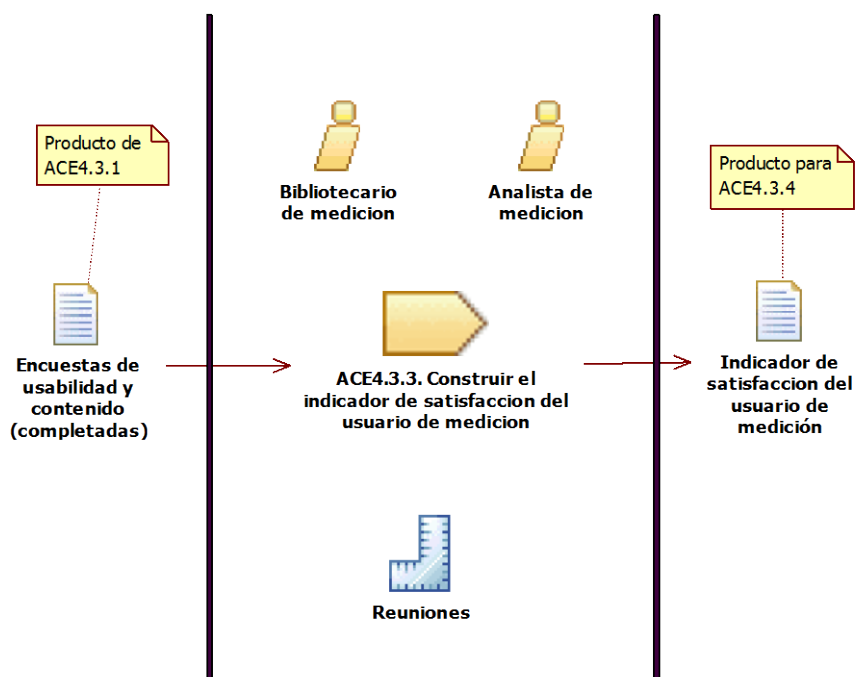


Figura 3.58 – Tarea ACE4.3.3. Construir el indicador de satisfacción del usuario de medición: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Encuestas de usabilidad y contenido (completadas)

De salida

- Indicador de satisfacción del usuario de medición

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Bibliotecario de medición

- Analista de medición

Descripción

El bibliotecario y el analista de medición se deben **reunir** y utilizar las encuestas de usabilidad y contenido para crear un indicador de tipo satisfacción del cliente. El indicador es bastante sencillo de crear, ya que solo basa su diseño en un par de grafica de barras, una barra por pregunta es clasificada en si/no/no porque/sugerencia. Una grafica debe mostrar las preguntas relacionadas con la usabilidad de los constructores de medición y la otra grafica las preguntas relacionadas con el contenido de los constructores de medición. El propósito es mostrar en qué grado usaron los constructores de medición y si el contenido fue lo bastante bueno y claro para comprenderlo.

ACE.4.3.4: Fijar las mejoras para el proceso BOQM y los indicadores

Objetivo de la tarea

Haber definido la mejoras para la siguiente implementación de BOQM y sus respectivos indicadores (véase la tarea en la figura 3.59).

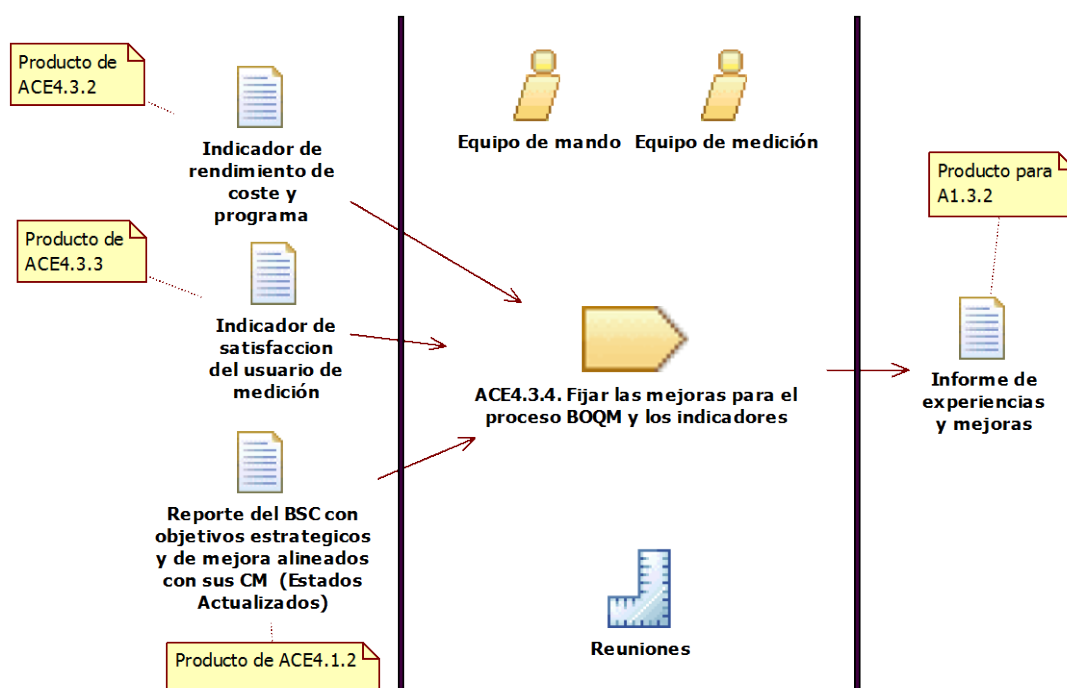


Figura 3.59 – Tarea ACE4.3.4. Fijar las mejoras para el proceso BOQM y los indicadores: entradas, salidas y roles

Productos

De entrada

- Indicador de rendimiento de coste y programa
- Indicador de satisfacción del usuario de medición
- Reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CM (Estados actualizados)

De salida

- Informe de experiencias y mejoras

Técnicas

- Reuniones

Roles

- Equipo de medición
- Equipo de mando

Descripción

Para culminar el proceso de BOQM, se programa una **reunión** con el analista de medición, el propietario del proceso de medición, bibliotecarios de medición, el mando directivo, táctico y operativo. El propósito de esta reunión es crear un informe de las experiencias y mejoras posibles de la implementación de BOQM, para ello es necesario realizar un análisis detallado de los resultados del indicador de rendimiento de coste y programa para saber si los la implementación de BOQM quedo dentro del programa y dentro del coste deseados, el indicador de satisfacción del cliente para conocer el uso y comprensión de los CMs, y el último reporte del BSC con objetivos estratégicos y de mejora alineados con sus CMs para saber hasta dónde se aseguro estrategia.

La redacción del informe debe separarse en dos secciones *buenas experiencias* y *malas experiencias*. Dentro de la sección de malas experiencias hay que seguir el patrón de escritura problema-solución, es decir, una parte describiendo la mala experiencia indicando algún valor de un indicador o simplemente por observación y su contraparte de la solución para mejorar dicho punto débil. En la sección de buenas experiencias su deben indicar las buenas prácticas que favorecieron a los costes, rendimiento, aprendizaje, aseguramiento de objetivos y satisfacción. La sección de buenas experiencias servirá para conservar las prácticas el siguiente ciclo de BOQM.

3.6 TÉCNICAS DEL MÉTODO

3.6.1 Reuniones, entrevistas y presentaciones

Las reuniones, entrevistas y presentaciones son técnicas básicamente proporcionadas por la Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información (MAGERITv2) del Ministerio de Administraciones Públicas (MAP 2006, pp. 64-67).

3.6.2 Talleres de trabajo

Consiste en dar un programa de clases en un determinado tiempo. Dentro de dichas clases se programan pequeños ejercicios partiendo de un tutorial como guía de los ejercicios.

Es posible que al final de taller de trabajo se realice un examen de aprendizaje, su finalidad es conocer si el taller necesita mejoras y si los participantes puede desempeñar su labor efectivamente, en caso contrario será necesario repetir el taller con sus respectivas mejoras.

3.6.3 Filtro por criterios

La información proveniente de algún medio tiene que ser filtrada mediante un conjunto de criterios por cada contexto o tema a filtrar. Para filtrar es necesario dos productos de trabajo, uno que contenga la información clasificada por contextos o temas y el otro producto de trabajo, debe tener el conjunto de criterios por tema o contexto para filtrar la información requerida en la tarea.

3.6.4 Criterios de formulación

Para formular elementos ya sean objetivos, metas u otros se deben tener un conjunto de criterios de formulación y cumplir todos o parte de estos según como sea requerido. Por ejemplo, un objetivo debe cumplir un número de criterios de formulación para considerarse un objetivo, tales como tener un tiempo determinado, ser factible para el personal, etc.

3.6.5 Diagramas de GANTT

Es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. El diagrama está compuesto por un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas. Actualmente, algunas herramientas permiten adjuntar recursos humanos a las actividades como el Microsoft Project.

3.6.6 Catalogación

Se puede tener como entrada a catalogar un valor, un tema, objetivo o contexto, dicha entrada debe entrar en una o varias de las clasificaciones presentadas en una tarea. Por ejemplo, Un objetivo estratégico puede catalogarse dentro de varias clasificaciones medibles como calidad del producto, rendimiento del personal, etc.

3.6.7 Criterios de formalización

Para formalizar un contexto, tema, objetivo o meta se pueden utilizar un número de puntos a cumplir para considerar al elemento como un elemento formal. Por ejemplo, si un objetivo cumple con todos los puntos formales para definir un objetivo, se dice que el objetivo se definió formalmente cumpliendo los puntos tales como el enfoque, magnitud, tiempo, alcance y limitaciones.

3.6.8 Modelo de análisis de BOQM

El modelo de análisis de BOQM está basado en parte del mecanismo de selección de medición de PSM (Practical Software Measurement) (McGarry et al. 2002, p. 39-45). El mecanismo consiste en:

- Categorizar las necesidades de información de los proyectos en las categorías de información, qué en el caso de BOQM se refiere a categorizar los objetivos de mejora en lugar de las necesidades, estas categorías están directamente relacionadas con los problemas de los proyectos en el que el gestor de proyectos tiene que lidiar día con día. Algunas de las categorías de información se pueden apreciar en el modelo de análisis de BOQM en la figura 3.60, específicamente en el primer nivel del árbol (ej. rendimiento del proceso), y la versión completa del modelo está en la web <http://sel.inf.uc3m.es/hmitre/ModelodeAnalisis.html>.
- Después, estos objetivos son categorizados en conceptos medibles. El concepto medible es una idea acerca de las actividades y productos que pueden estar relacionados con este objetivo, las preguntas alineadas a estos conceptos medibles pueden ayudar a encontrar el concepto más relacionado al objetivo de mejora, las preguntas están en la Web mencionada con anterioridad en el nivel 3 y los conceptos medibles en el nivel 2 del árbol.
- y por último, seleccionar las medidas y especificar las medidas de los proyectos asociadas con el concepto medible, para ello se selecciona el que mejor ajuste como medida base o derivada que se puede encontrar en el nivel 4 del árbol que se encuentra en la Web mencionada anteriormente.

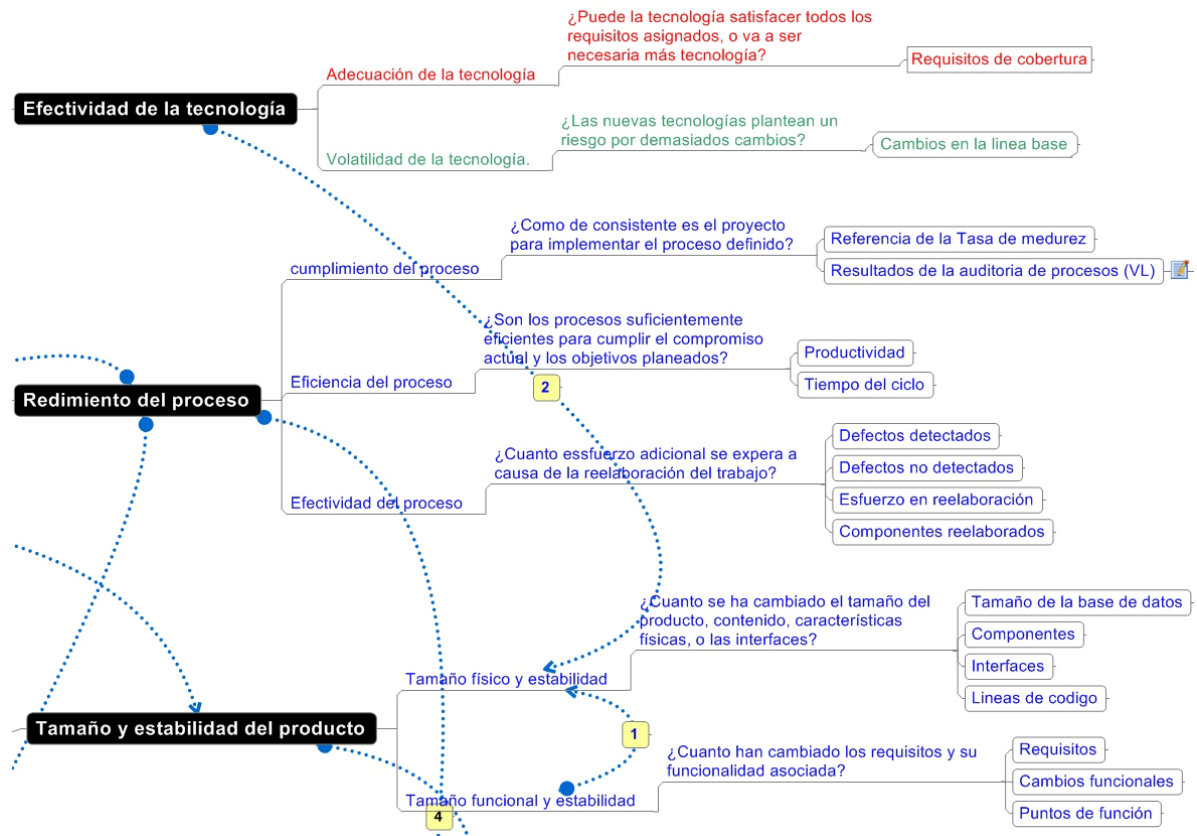


Figura 3.60 – Parte del Modelo de Análisis de BOQM

La descripción de las categorías de información, conceptos medibles y medidas se pueden encontrar en la tercera parte de la guía de PSM, en la Web oficial de PSM <http://www.psmc.com/PSMGuide.asp>.

Otra porción abstraída de PSM son las relaciones causa-efecto del modelo de análisis integrado de PSM. Estas relaciones entre categorías de información y conceptos medibles se pueden encontrar en el libro de PSM (McGarry et al. 2002, p. 75-81). El modelo sirve como herramienta para descubrir la ruta de un problema, proyectar o predecir salidas y formular recomendaciones. El modelo funciona de tal forma que en un determinado periodo de recogida de datos de medición un constructor de medición puede impactar sobre otro, la descripción de esta relación se puede inferir del modelo de análisis integrado. La descripción de las siguientes relaciones enumeradas puede verse en el modelo de análisis de BOQM como recuadros amarillos en la Web <http://sel.inf.uc3m.es/hmitre/ModelodeAnalisis.html>.

1. El tamaño funcional representa la cantidad de funcionalidad que se espera que el proyecto proporcione. Esto se determina generalmente por las necesidades, solicitudes de cambio, o puntos de función. El tamaño funcional es uno de los principales determinantes del tamaño físico (la cantidad de producto que debe ser desarrollado o mantenido).
2. Enfoques técnicos innovadores que tratarán de minimizar la cantidad de nuevos productos que deben aplicarse para una determinada función. Ejemplos de criterios técnicos que incluyen el uso de software adquirido, arquitecturas comunes y componentes reutilizables. Si la eficacia de este enfoque no consigue todos los beneficios deseados, se deberá desarrollar más parte del sistema de la

planificada. Por ejemplo, si un sistema adquirido no satisface la totalidad de la funcionalidad requerida como se esperaba inicialmente, deberá desarrollarse un código personalizado para suplir las carencias. La inestabilidad de cualquier nueva tecnología podrá influir en el tamaño del producto.

3. Los aumentos en el tamaño del producto y cualquier tipo de inestabilidad suelen llevar a la necesidad de adquirir personal adicional.
4. Proceso de ejecución - La madurez o capacidad de un desarrollador de procesos - contribuye a la necesidad de recursos de personal e influye en el desarrollo, los horarios y la calidad del producto. Un equipo de desarrollo con una visión más madura y capacidad de proceso tiene un mejor rendimiento que con un equipo ad-hoc o mal definido, suponiendo que el resto de factores sean constantes.
5. Añadir más personal repercute en el programa y el progreso. Cuando el personal se añade en una fase temprana del proyecto y si la formación es adecuada y las comunicaciones están en su lugar, el programa se puede reducir. Cuando el personal se añade más tarde, el programa se puede alargar debido a las perturbaciones causadas por este nuevo personal que no estaba familiarizado con el entorno de proyectos, procesos y / o dominio. Los retrasos en el programa están asociados a hitos no alcanzados y a retrasos en la terminación prevista de las actividades y productos del ciclo de vida, y en consecuencia pueden ser necesarias reducciones en la construcción y definición de requisitos.
6. Los retrasos en el programa pueden causar problemas de calidad del producto, y problemas de rendimiento. Esto ocurre cuando los test de fortaleza se reducen con el fin de cumplir con el programa. Los problemas no detectados o no corregidos durante los exámenes y las pruebas son también una causa de problemas de calidad.
7. Los problemas de calidad latentes representan la necesidad de recursos adicionales que consigan que las actuales o futuras versiones sean aceptables para el usuario. El director del proyecto generalmente realizará una toma de decisiones basada en el número de problemas detectados, fijando algunos de alta prioridad y aplazando otros para las operaciones y la fase de mantenimiento.
8. Problemas de calidad del producto que pueden empeorar la estabilidad y repercutir en los costes. Los administradores pueden verse obligados a modificar o eliminar algunos requisitos de la misión para mantenerse dentro de los costos y las limitaciones de tiempo.
9. Para proyectos de software, esfuerzo personal, incluido la revisión, es el principal determinante del coste del proyecto. El control de costes sólo puede lograrse mediante el control de otros factores de nivel superior.
10. Problemas con la planificación de recursos y sobrecostos y con la calidad del producto, todos afectan a la satisfacción del cliente.

Una de las aportaciones del modelo de análisis de BOQM, es la clasificación de los conceptos medibles y las preguntas en las perspectivas del cuadro de mando integral: financiera, cliente, procesos y desarrollo & aprendizaje.

- La *perspectiva financiera* presenta indicadores que están basados en la contabilidad de la compañía. Los ajustes, cierres, completitud, retorno y estimaciones en los costes se pueden apreciar en esta perspectiva. La clasificación de esta perspectiva se ilustra en la figura de la web <http://sel.inf.uc3m.es/hmitre/ModelodeAnalisis.html>, donde las figuras y el color correspondientes son el hexágono y el color café.

- La ***perspectiva del cliente***, para mantener el rendimiento financiero lo primordial es el cliente, y la lealtad y satisfacción del cliente son los fines clave. Para lograr tales fines hay que medir las relaciones con los clientes y sus expectativas, crear un valor para el cliente centrándose en los procesos que le interesa mejorar. La clasificación de esta perspectiva se ilustra en la figura de la web mencionada anteriormente, donde las figuras y el color correspondientes son el cuadrado y el color rojo.
- En la ***perspectiva de procesos*** se analiza la conformidad con los procesos internos de la empresa con la finalidad de la satisfacción del cliente sin perder de vista el buen rendimiento financiero. La clasificación de esta perspectiva se ilustra en la figura de la web mencionada anteriormente, donde las figuras y el color correspondientes son el rectángulo redondeado y el color azul.
- La ***perspectiva de aprendizaje & crecimiento*** pretende los conjuntos de activos que proporcionan a la compañía la habilidad de aprender y mejorar. Los costes de entrenamiento o formación tienen que ser vistos como una inversión para mejora lo intangible. La clasificación de esta perspectiva se ilustra en la figura de la web mencionada anteriormente, donde las figuras y el color correspondientes son el octágono y el color verde.

El propósito de clasificar cuadro de mando integral por concepto medible, preguntas y medidas, es facilitar la clasificación de los constructores de medición en su correspondiente perspectiva.

3.6.9 Mecanismo de re-priorización

Primero, ¿porque es importante re-priorizar los objetivos de mejora (OM)?, todo reside en las relaciones causa-efecto, supóngase que el constructor de medición 1 (CM-1) impacta sobre otros 3 CMs, esto quiere decir que las acciones relacionadas y presentadas en datos cuantificables en el CM-1 pueden impactar sobre otras acciones y CMs. Por ejemplo, si el CM-1 tiene una relación número cuatro como se muestra en el modelo de análisis de BOQM (<http://sel.inf.uc3m.es/hmitre/ModelodeAnalisis.html>) sobre otros 3 CMs, entonces se puede decir que es muy probable que la madurez o capacidad de un proceso de desarrollo contribuya a la necesidad de recursos de personal e influya en el desarrollo, los horarios y la calidad del producto. La importancia radica en controlar a mayor medida el CM-1 y controlar su impacto. Explicada la importancia de un impacto de una relación causa-efecto ahora se describe el mecanismo para re-priorizar los objetivos de mejora:

1. Sumar en número de relaciones que causan un efecto por cada constructor de medición, a este valor se le llamara valor de causa de un CM (*VCCM*).
2. Por cada objetivo de mejora (OM) sumar sus *VCCM*, a este valor se le llamará Importancia del OM (*IOM*)
3. Por cada objetivo estratégico (OE), ordenar de mayor a menor sus OM's utilizando su correspondiente valor *IOM*.
4. Por último, por cada OE, mover las prioridades (P5 mayor - P1 menor) de los OM's de mayor a menor. Por ejemplo, si tenemos los siguientes valores:
 - Un OM2 con prioridad P2 y un *IOM*=6,
 - un OM3 con prioridad P1 y un *IOM*=3
 - y un OM1 con prioridad P5 y un *IOM*=1

Entonces el movimiento de prioridades debe ser como sigue:

- OM2 cambio a prioridad P5

- OM3 cambio a prioridad P2
- OM1 cambio a prioridad P1

3.6.10 Procedimiento de recogida

Este procedimiento se debe aplicar a cada constructor de medición como aparece en la figura 3.61.

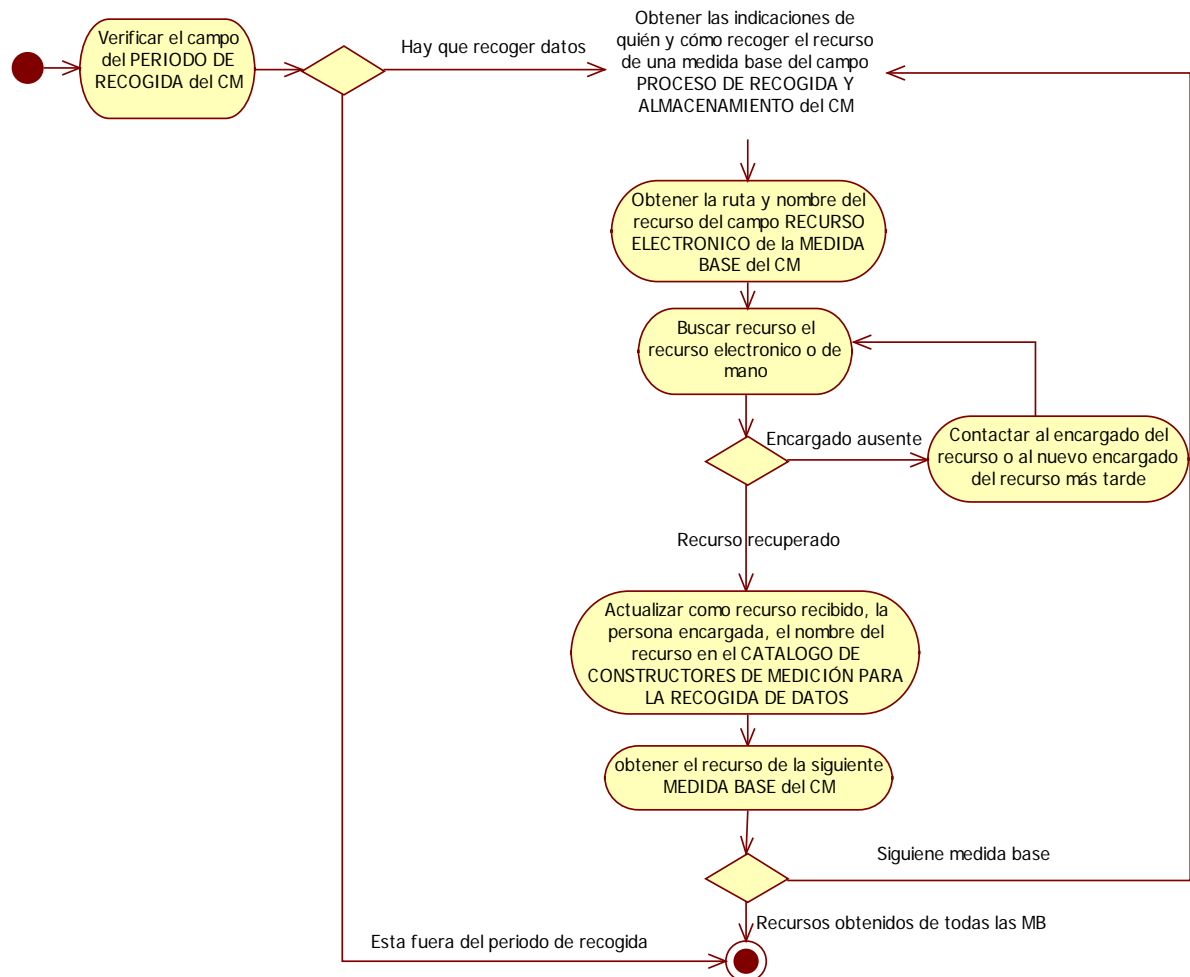


Figura 3.61 – Procedimiento de recogida: Diagrama de actividades UML

3.6.11 Procedimiento de almacenamiento

Este procedimiento se debe aplicar a cada constructor de medición como aparece en la figura 3.62.

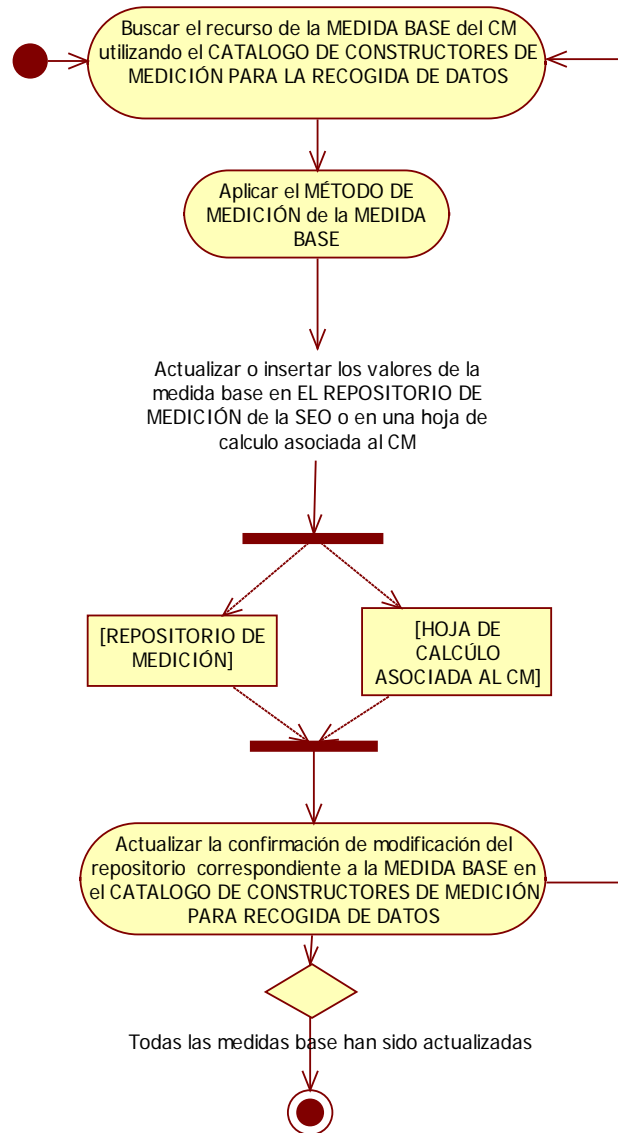


Figura 3.62 – Procedimiento de almacenamiento: Diagrama de actividades UML

3.6.12 Mecanismo de actualización de estados

El presente mecanismo consiste en aplicar los siguientes pasos al producto “catalogo de constructores de medición con modelo de análisis y estado”.

1. Según el estado de cada constructor (Rojo (R) o Amarillo (A) o Verde (V)) se asignará un valor a dicho constructor, R=5, A=10, V=15, y si el valor es tan bajo que no llega a un estado rojo entonces negro (N)=0, a esta variable se le llamará Estado del CM (*ECM*).
2. Por cada objetivo de mejora, sumar sus *ECM* y dividirlo entre el número de CMs (*NCM*). A este valor se le llamara estado del OM (*EOM*), la ecuación quedará como sigue, $EOM = \sum ECM / NCM$. El estado del objetivo de mejora es negro si el $EOM < 5$, es rojo si $EOM \geq 5$ y < 10 , es amarillo si $EOM \geq 10$ y < 15 , y verde si $EOM \geq 15$.
3. Por cada objetivo estratégico calcular su estado (*EOE*), $EOE = \sum EOM / NOM$, donde el NOM es el número de objetivos de mejora de un objetivo estratégico.

El estado del objetivo estratégico es negro si el $EOE < 5$, es rojo si $EOE \geq 5$ y < 10 , es amarillo si $EOE \geq 10$ y < 15 , y verde si $EOE \geq 15$.

Capítulo IV

Experimentación

4.	EXPERIMENTACIÓN	151
4.1	Objetivos de la experimentación.....	151
4.2	Descripción de las actividades de experimentación	154
4.2.1	Aplicación de BOQM en un entorno real.....	154
4.2.2	Aplicación de BOQM en ámbito docente.....	158
4.3	Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.....	174
4.3.1	Capacidad de alineamiento de gestión estratégica, mejora de procesos software y medición para la gestión de la competitividad de las organizaciones	174
4.3.2	Capacidad de contribuir a las sinergias entre todos los implicados.....	177
4.3.3	Capacidad para capturar y difundir conocimiento útil a todos los niveles de la organización.....	178
4.3.4	Capacidad para facilitar el aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas	180

4. EXPERIMENTACIÓN

En el presente capítulo, se presentan los objetivos de la experimentación con una breve reseña de las estrategias para validarlos. Posteriormente, se describe de una forma detallada el diseño del experimento, es decir, las estrategias con sus tipos de estudio, entorno, contexto, sujetos, objetos, instrumentación, los procedimientos de recogida y análisis de datos. Finalmente, se describe el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la implementación del diseño experimental, con esto se logrará presentar unas estadísticas descriptivas, la evaluación de los resultados y las inferencias que aportarán una importancia práctica de los hallazgos encontrados en este trabajo de investigación.

4.1 Objetivos de la experimentación

El objetivo principal de esta experimentación asociada con el trabajo de investigación es validar que la siguiente hipótesis es verdadera.

Si se dispone de una metodología especialmente enfocada a las SEOs que integre actividades de la gestión estratégica, principios de mejora del proceso y técnicas de medición, será posible gestionar la estrategia de la SEO, incrementando las sinergias entre todo el personal involucrado y distribuyendo el conocimiento a todos los niveles de la organización para una efectiva toma de decisiones.

Para llegar a la conclusión de que esta hipótesis es verdadera, se han definido cuatro **objetivos** de la experimentación.

1. Determinar si BOQM ayuda a gestionar eficazmente la competitividad de una SEO, alineando la gestión estratégica, la mejora de procesos y la medición.
2. Determinar si BOQM ayuda a incrementar las sinergias entre todos los implicados en la gestión estratégica del negocio, el control y gestión del rendimiento de una SEO y la gestión de las iniciativas de mejora del proceso software.
3. Determinar si BOQM ayuda a capturar y difundir conocimiento útil de las iniciativas de mejora del proceso software y el control de la estrategia de la organización a todos los niveles.

4. Determinar si BOQM ayuda a facilitar el aprendizaje de las competencias necesarias para que todos los roles implicados participen efectivamente en el proceso de gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software.

Tabla 4.1 Enfoque de la solución a los problemas con evidencias

No. Obj.	Problema y/o dificultad	Áreas de solución	Enfoque	Evidencias
Obj. 1	La información de medición debe de alinearse con los objetivos de negocio para una efectiva toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> • Medición • Gestión estratégica 	Generación de información de medición útil para todos los niveles de una SEO (directivo, táctico y operativo).	<ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento durante la definición del plan estratégico • Alineamiento de los elementos para definir la estrategia de negocio, acciones de mejora de proceso de software e iniciativas de medición
Obj. 2	Es necesaria la participación, colaboración, compromiso y conocimiento diverso de todos los roles de la SEO envueltos en la estrategia, el plan de medición y la iniciativa de mejora de procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • Medición • Gestión estratégica • Mejora del proceso software 	Estudio de las sinergias entre los roles implicados en la gestión estratégica, programas de mejora y actividades de medición.	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de sinergia entre los actores implicados en la definición de la estrategia, acciones de mejora de proceso de software e iniciativas de medición
Obj. 3	Se debe capturar y proliferar el conocimiento de la estrategia en los roles de la SEO	<ul style="list-style-type: none"> • Medición • Mejora del proceso software • Gestión estratégica • Gestión de recursos humanos 	Análisis de los procesos e interacciones para la generación y difusión del conocimiento a todos los niveles organizativos.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso eficiente de conocimiento pre-existente • Recogida efectiva de datos necesarios para el seguimiento de la estrategia • Intercambio de conocimiento entre miembros de todos los niveles de la organización
Obj. 4	Es necesario definir un buen programa de medición para controlar los productos y procesos de software. Dichos programas deben estar alineados con iniciativas SPI y diseñados para cumplir con la estrategia de la SEO.	<ul style="list-style-type: none"> • Medición • Gestión estratégica • Mejora del proceso software 	Formación y evaluación de las competencias y capacidades necesarias para implementar BOQM.	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas para la alineación de la estrategia de negocio, programas de mejora e iniciativas de medición

La tabla 4.1 presenta cómo cada objetivo de experimentación sirve para evaluar la resolución de los distintos problemas que se identificaron en el alcance de esta tesis. Así

mismo, se indica qué áreas de la solución de BOQM se han abordado en cada objetivo de validación, el enfoque planteado para la misma y las evidencias consideradas.

Para abordar los **tres primeros objetivos**, se desarrolló un *estudio empírico* por medio de un *caso de estudio* en un *entorno real*. Un caso de estudio es un estudio observacional para monitorizar proyectos, actividades o funciones. Además, este estudio puede ser aplicado como una estrategia de investigación comparativa.

Para recoger los datos necesarios para el análisis del proceso de estudio, se utilizan dos métodos de recogida de datos, la **observación participativa** y las **entrevistas**.

Para asegurar el **cuarto objetivo** de la experimentación, se realizó un **experimento controlado** con la finalidad de comparar dos o más métodos y mostrar que método es mejor que otro. También, se eligió aplicar las **observaciones** para capturar la información no cuantitativa de los sujetos. Por último, se optó por las **encuestas** para capturar opiniones más significativas de la ejecución del experimento.

Como resumen del alcance de la experimentación, en la tabla 4.2 se presentan las estrategias mencionadas anteriormente y su cobertura sobre los objetivos de validación.

Tabla 4.2 Objetivos alineados con su estrategia de investigación para su validación

Objetivos	Estrategias de investigación	
	Caso de estudio en un entorno real con observaciones y entrevistas	Experimento controlado en un entorno docente con observaciones y encuestas
1. Determinar si BOQM ayuda a gestionar eficazmente la competitividad de una SEO, alineando la gestión estratégica, la mejora de procesos y la medición	X	
2. Determinar si BOQM ayuda a incrementar las sinergias entre todos los implicados en la gestión estratégica del negocio, el control y gestión del rendimiento de una SEO y la gestión de las iniciativas de mejora del proceso software	X	
3. Determinar si BOQM ayuda a capturar y difundir conocimiento útil de las iniciativas de mejora del proceso software y el control de la estrategia de la organización a todos los niveles	X	
4. Determinar si BOQM ayuda a facilitar el aprendizaje de las competencias necesarias para que todos los roles implicados participen efectivamente en el proceso de gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software		X

4.2 Descripción de las actividades de experimentación

4.2.1 Aplicación de BOQM en un entorno real

Objetivo general

Implementar BOQM en una empresa española de seguros agrarios con el **propósito** de:

1. Alinear los objetivos estratégicos, las iniciativas SPI y los indicadores utilizados para gestionar el rendimiento de la organización,
2. Establecer las sinergias a través de todo el personal envuelto en la gestión de la estrategia de negocio, el control del rendimiento de la SEO y la gestión de las iniciativas SPI,
3. Recoger y difundir conocimiento útil de las iniciativas SPI y resultados para controlar la estrategia de negocio a todos los niveles de la organización

Estrategia de investigación

Se ha desarrollado un **estudio empírico** por medio de un **caso de estudio** en un **entorno real**. Un caso de estudio es un estudio observacional para monitorizar proyectos, actividades o funciones. Además, el estudio puede ser aplicado como una estrategia de investigación comparativa (Wohlin 2000, pp. 12-13).

Para recoger los datos necesarios para el análisis del proceso de estudio, se utilizaron dos métodos de recogida de datos, la **observación participativa** y las **entrevistas**, ambos conocidos como métodos cualitativos que pueden ser utilizados en estudios empíricos sobre la ingeniería del software (Seaman 1999).

La *Observación participativa* es una técnica de investigación que observa la interacción social entre el investigador e informantes en el entorno de éstos, durante el cual los datos son sistemática y oportunamente recogidos (Seaman 1999). Ésta es una de las técnicas que consumen menos tiempo, su función es observar las reuniones de diferentes tipos. Entre estas observaciones se pueden incluir las reuniones de inspección, de diseño, reuniones de estatus, entre otras. Observando estas reuniones, el investigador puede recoger información sobre los propósitos fijados previamente, la terminología utilizada, la información técnica que fue cambiada y la dinámica de cómo diferentes miembros del proyecto se comunican entre sí.

Las *Entrevistas* son una técnica para recoger datos cualitativos. Las entrevistas son conducidas por una variedad de objetivos, usualmente son utilizadas para recoger datos

históricos de las memorias de las entrevistas. Las entrevistas son de varios tipos. Una *entrevista estructurada* está descrita como en la cual las preguntas son establecidas por entrevistador y las respuestas son proporcionadas por el entrevistado. Una *entrevista desestructurada* es aquella en la cual el entrevistado es el recurso de ambas preguntas y respuestas (Seaman 1999).

La observación es una de las técnicas que fue seleccionada ya que puede recoger datos no estructurados y que además pueden estar altamente relacionados con los propósitos definidos en el objetivo general. Además, puede aplicarse de una forma discreta y sin importunar a los sujetos de la observación. Por otro lado, para las reuniones donde se necesita información más precisa, la observación no es suficiente, es por ello que se optó por combinar las técnicas de observación con entrevistas, de esta forma se logró dirigir la recogida de datos mediante las preguntas oportunas por propósito.

Proceso de experimentación

Este proceso de experimentación fue dirigido a validar los **tres primeros objetivos** de la experimentación. El proceso se compone de las siguientes actividades como aparecen en la figura 4.1.

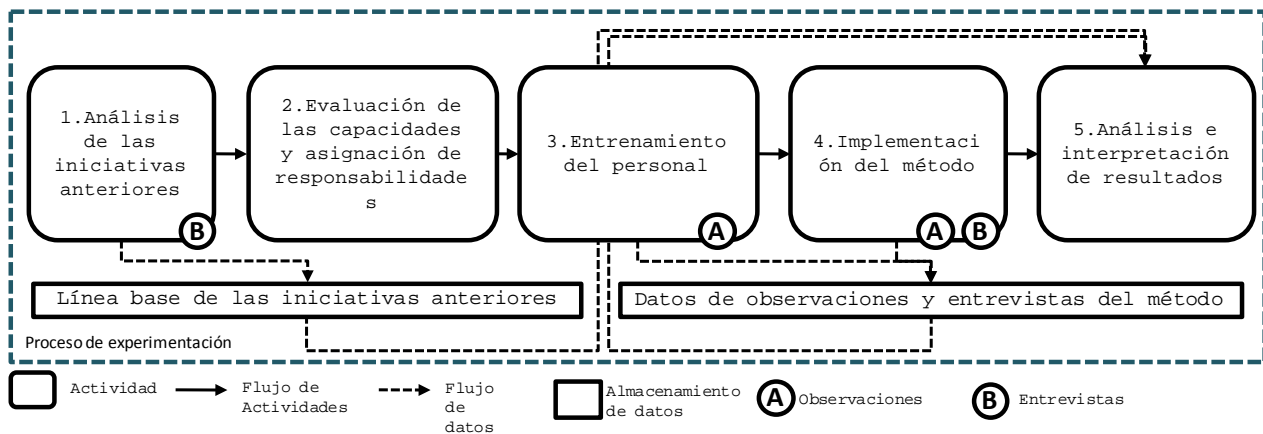


Figura 4.1 – Caso de estudio con observaciones y entrevistas: proceso de la experimentación

1. *Análisis de las iniciativas anteriores de mejora del proceso aplicadas a la misma empresa.* Se aplicaron **entrevistas** (Seaman 1999) a los participantes en las implementaciones de las iniciativas anteriores mediante reuniones programadas. Los resultados de dichas entrevistas sirvieron como **línea base** para la comparativa con BOQM. A continuación, se mencionan las dos previas iniciativas a BOQM.

- La primera iniciativa de mejora de procesos fue introducir algunas áreas de procesos en el CMMI nivel 2 (la representación por etapas).
 - La segunda iniciativa de mejora de procesos fue obtener la certificación de la ISO 9000-3:2000 para el desarrollo de procesos.
2. ***Evaluación de las capacidades y asignación de responsabilidades.*** Se evaluaron las capacidades del personal de la empresa y después se asignaron los roles y responsabilidades al personal con las suficientes habilidades y experiencia para dar seguimiento a las actividades de BOQM.
 3. ***Entrenamiento del personal.*** Se dió un entrenamiento específico a todos los participantes en la implementación de BOQM. En el entrenamiento, se explicó en detalle los conceptos de la filosofía de procesos, el programa de medición, el uso de información medible y las actividades asignadas a cada rol envuelto en el proceso.
 4. ***Implementación del método.*** Se aplicó el método de **observaciones participativas** (Seaman 1999) a las distintas reuniones programadas durante la implementación de BOQM y se lograron obtener datos relacionados con los **propósitos** mencionados anteriormente. Además, como parte final de la recogida de datos, se programó una reunión en la cual se **entrevistaron** a los participantes de la implementación de BOQM, dicha entrevista es la misma que se aplicó a los participantes de las iniciativas de mejora de proceso previas a BOQM.
 5. ***Análisis e interpretación de resultados.*** Los resultados obtenidos mediante la observación y entrevistas durante el entrenamiento e implementación de BOQM y los datos de la línea base de las dos iniciativas de mejora anteriores, sirvieron como evidencias para la interpretación de la comparativa de BOQM frente a las iniciativas. Para ello, se recogieron todos los datos resultantes de aplicar los métodos de observación y entrevistas a todas iniciativas para confirmar los propósitos del objetivo general de la presente investigación, que en este caso se trataron como preposiciones comparativas a favor de BOQM. La finalidad de generar dicha información, fue construir lo que se le conoce como “el peso de la evidencia” (Seaman 1999). Una preposición se puede decir que es una hipótesis que requiere ser confirmada con evidencias, pero en este experimento, se discute el peso de las evidencias para validar el objetivo y sus propósitos en la sección 4.3.

Descripción del entorno del caso

Contexto

Se trata de una empresa española aseguradora con clientes poseedores de granjas acuícolas, sembradíos o ganado. La empresa cuenta con un total de 200 empleados, y un departamento de desarrollo de software con 35 empleados. La rotación del personal es baja y la composición de los grupos de trabajo es muy estable, con algunos cambios al año.

El tipo de software desarrollado en el departamento, son aplicaciones Web utilizadas como sistemas de gestión de información dentro de la misma empresa. El software se desarrolla en ambientes host AS/400 con tecnología Java: PDM (analizador de código para Eclipse) y WSAD (Websphere Studio Application Developer) y bases de datos con DB2 (datos obtenidos de la empresa en el 2008).

En la misma empresa se aplicaron dos iniciativas de mejora previas a BOQM:

- La primera iniciativa de mejora fue orientada a la gestión de procesos de software en los proyectos, sus implementadores buscaron asegurar algunas áreas de procesos del nivel 2 del CMMI utilizando la representación por etapas (PP, PMO, SQA, M&A, SCM, RM). Como método de medición utilizaron GQM.
- La segunda iniciativa de mejora fue orientada a la ingeniería de procesos. La empresa buscó certificarse con la norma ISO 9000:3:2000, dicha certificación falló a causa de una mala distribución de las necesidades en el departamento de desarrollo y a una pobre administración de las capacidades y rendimiento. De igual forma, se utilizó GQM como método de medición.

4.2.2 Aplicación de BOQM en ámbito docente

A) Objetivo de experimentación

Haber analizado la implementación de BOQM, BSC&GQM y PSM en grupo de alumnos de máster, con el *propósito* de determinar si BOQM ayuda a facilitar el *aprendizaje* de las competencias necesarias para *diseñar la información de medición oportuna* para que todos los roles implicados la *utilicen* efectivamente en el proceso de la gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software, evaluando a BOQM *en mayor medida que PSM y BSC&GQM*.

Las técnicas de experimentación utilizadas para asegurar el objetivo de experimentación fueron la realización de un experimento controlado (Wohlin and Host 2001), la obtención de observaciones (Seaman 1999) sobre las tutorías y revisiones y la aplicación de encuestas explicativas (Wohlin 2000, p.11) con la finalidad de recoger información de aprendizaje, utilidad y rendimiento de BOQM y los otros métodos de medición.

En un *Experimento controlado*, el investigador tiene el control del experimento y el cómo los participantes ejecutan las tareas que se les asignaron. Los experimentos son conducidos para comparar un número diferentes de técnicas, métodos, procedimientos, entre otros. A diferencia de un caso de estudio, el investigador es más que un observador, ya que este posee el control de las variables en el experimento (Wohlin and Host 2001). Las *Variables independientes* describen los tratamientos en el experimento y las *Variables dependientes* son estudiadas para investigar si son influenciadas por las variables independientes. Éstas deben estar diseñadas para validar una o más hipótesis definidas para el experimento y en este caso un objetivo de experimentación.

Las *Encuestas explicativas* permiten realizar alegaciones acerca de la población. Examinando las relaciones entre las diferentes técnicas candidatas y algunas variables explicativas, se puede explicar por qué algunos sujetos prefieren una técnica que otra (Wohlin 2000, p.11).

Ahora, se prosigue con la explicación en detalle del proceso de experimentación que se siguió para validar el objetivo de experimentación definido anteriormente.

B) Proceso de experimentación

La evaluación de BOQM en ámbito docente se ha llevado a cabo en un grupo de *máster en ciencia y tecnología de la información de la Universidad Carlos III de Madrid* (http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgrado_mast_doct/masters/ctec_informatica).

Aplicando las guías y recomendaciones establecidas por (Jedlitschka and Pfahl 2005), las cuales fueron adaptadas para el propósito de la validación de esta tesis doctoral, de definió el proceso de experimentación dando lugar a las actividades que aparecen en la figura 4.2.

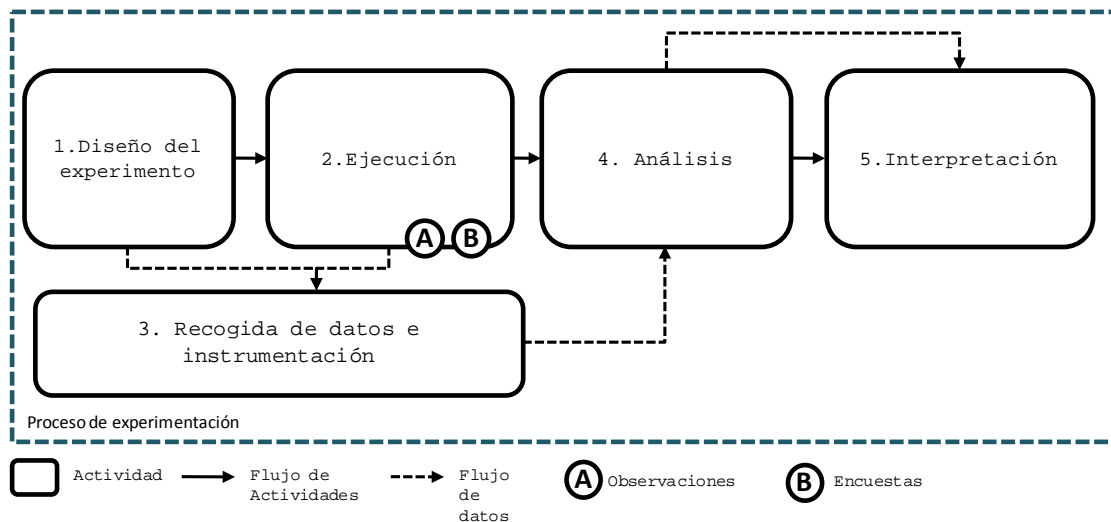


Figura 4.2 – Experimento controlado con observaciones y encuestas: proceso de la experimentación

1. Diseño del experimento

La finalidad de esta actividad es diseñar las variables que puedan proporcionar valores para validar el objetivo de experimentación y definir el contexto con los sujetos y objetivos se que van a utilizar en el experimento.

A continuación, se describe la salida de la planificación del experimento, es decir, el recipiente para el experimento. Este contiene la información necesaria para replicar el estudio, con los procedimientos y datos como variables, la instrumentación, entre otros.

Para lograr validar el *objetivo de experimentación* es necesario diseñar variables que estén directamente relacionadas con:

- La *capacidad de comprensión* del método de medición.
- La *percepción de la utilidad* de la información de medición para la toma de decisiones a todos los niveles.
- El *rendimiento* para diseño de indicadores.

Comprensión

Para medir el *aprendizaje de las competencias* del objetivo de experimentación, se definió la categoría de comprensión del método de medición. El propósito de esta categoría, es medir el grado de comprensión (aprendizaje) que tuvo el alumno con

respecto al método que utilizó para diseñar el programa de medición. Se trata de obtener un promedio porcentual de las variables diseñadas para conocer si el alumno comprendió:

- Las limitaciones del método respecto a la capacidad de generar información de medición para proyectos, si la información se diseñó en base a la visión y estrategia de la SEO y/o en un ambiente competitivo. Esta variable se definió como el *conocimiento de la finalidad del método* y las preguntas correspondientes aparecen en la tabla 4.3.
- Las características de medición que se pueden aplicar con su método para definir indicadores. De este punto se logró definir la variable de *comprensión de la aplicación del método*, las preguntas correspondientes aparecen en la tabla 4.3.
- El uso de la información de medición que su método puede ofrecer a los participantes de la SEO, es decir, si conocen las funcionalidades que ofrece la información al equipo de medición y a los mandos de todos los niveles de la SEO. De este punto se logró definir la variable de *comprensión del uso del método*, las preguntas correspondientes aparecen en la tabla 4.3.
- Los beneficios específicos del método en relación con la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de productos y procesos de software. De este punto se logró definir la variable de *comprensión de los beneficios de la información*, las preguntas pertinentes aparecen en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Variables de las encuestas

Categoría	Nombre de variable	Abreviatura	Preguntas	Unidad de medición
Comprensión	Conocimiento de la finalidad del método	VE1.1	P1.1.1, P1.1.2, P1.1.3	Porcentaje
	Comprensión de aplicación del método	VE1.2	P1.2.1, P1.2.2, P1.2.3	Porcentaje
	Comprensión del uso de información	VE1.3	P1.3.1, P1.3.2, P1.3.3	Porcentaje
	Comprensión de los beneficios de la información	VE1.4	P1.4.1..P1.4.8	Porcentaje
Utilidad	Utilidad de la información del método	VE3.1	P3.1.1, P3.1.2, P3.1.3	Porcentaje
	Precisión de la información del método con el caso práctico	VE3.2	P3.2.1	Porcentaje
	Utilidad de la información para implementar un programa de medición	VE3.3	P3.3.1	Porcentaje
	Utilidad de la información para reportar a todos los niveles de la SEO	VE3.4	P3.4.1, P3.4.2, P3.4.3, P3.4.4	Porcentaje
	Utilidad de la información como valor añadido	VE3.5	P3.5.1	Porcentaje

Utilidad

Para medir *que todos los roles implicados la utilicen la información generada con el método de una forma efectiva en el proceso de la gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software*, se definió la categoría de la perspectiva de la utilidad de la información de medición. De esta categoría, se busca obtener desde la perspectiva del estudiante y en términos porcentuales, la utilidad del diseño de programa de medición e indicadores sobre productos y procesos de software para la participación los roles envueltos en la estrategia a todos niveles organizacionales de la SEO. En concreto, las variables fueron diseñadas para obtener en porcentajes la utilidad de:

- La información para medir el avance y cumplimiento de los objetivos de la SEO, la toma de decisiones y la conducción de una estrategia competitiva. La variable que se diseñó para medir este punto es *Utilidad de la información del método* (véase las preguntas en la tabla 4.3).
- Los indicadores para ajustar y satisfacer las necesidades de medición del contexto del caso práctico. La variable que se diseñó para medir este punto es *la precisión de la información del método con el caso práctico* (véase las preguntas en la tabla 4.3).
- Los procedimientos y documentos para la recogida y análisis de los datos de medición. La variable definida es *Utilidad de la información para implementar un programa de medición* (véase las preguntas en la tabla 4.3).
- Los reportes para informar, permitir el seguimiento periódico y la toma de decisiones de la alta dirección, el mando táctico y los gestores de proyectos. La variable a medir es la *Utilidad de la información para reportar a todos los niveles de la SEO* (véase las preguntas en la tabla 4.3).
- La información para ofrecer un valor añadido a los productos y procesos de la SEO. La variable a medir es la *Utilidad de la información como valor añadido* (véase las preguntas en la tabla 4.3).

Rendimiento

Para medir el *diseño de la información de medición oportuna* del objetivo de experimentación, se definió la categoría de rendimiento para diseñar la información de medición. Para realizar tal medición hay que conocer:

- Cuánto tiempo se tardó cada equipo de alumnos en crear un programa de medición, desde la visión y misión de la SEO, pasando por los objetivos

estratégicos, las técnicas y procedimientos para llegar a la definición de los indicadores, siendo este programa particular de cada método. Teniendo en cuenta lo anterior se definió la variable del *tiempo para definir el programa de medición*, las especificaciones de esta variable como su descripción, el método de medición, la unidad de medición y la escala se pueden ver en la tabla 4.4.

- Cuánto tiempo tarda se tarda en definir los indicadores por equipo, para ello se ha definido la variable de *tiempo para definir los indicadores*, las especificaciones se encuentran en la tabla 4.4.
- Cuántos indicadores por equipo se han diseñado para satisfacer las necesidades de medición de quienes toman las decisiones. La variable que se definió para medir este punto fue el *número de indicadores* (véase las especificaciones en la tabla 4.4).
- Por último, para medir el rendimiento de los indicadores es necesario conocer en promedio, cuánto se tarda en promedio definir un indicador por equipo. La forma de medir esto, es dividir el tiempo para definir los indicadores por equipo sobre el número de indicadores por equipo. Esta variable se definió como el *rendimiento de indicadores* y las especificaciones aparecen en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Variables dependientes del experimento

Nombre	Abreviatura	Descripción	Método de medición	Unidad de medición	Escala
Tiempo para definir el programa de medición	VD1.1	Es el tiempo en que se tarda en definir los objetivos, necesidades, procedimientos por cada equipo	Contar el número en horas por actividad del documento de actividades por método antes de iniciar las actividades de indicadores	Hrs	1..n
Tiempo para definir los indicadores	VD1.2	Es el tiempo en que se tarda en definir los indicadores por equipo	Contar en número de horas que tardó el equipo en definir los indicadores	Hrs	1..n
Numero de indicadores	VD1.3	No. de indicadores diseñados por equipo	Contar el no. de indicadores	Numérico	1..n
No. de tutorías	VD1.4	No. de tutorías otorgadas al equipo	Contar el no. de tutorías	Numérico	1..5
No. de revisiones	VD1.5	No. de revisiones a los resultados del equipo	Contar el no. de revisiones	Numérico	1..5
Rendimiento de indicadores	VD1.6	Es el tiempo en definir un indicador por equipo	Por resultado de equipo calcular $VD1.6 = VD1.2 / VD1.3$	Hrs/ind	1..n

Ahora bien, durante el experimento se realizaron observaciones durante las tutorías y las revisiones, sólo como un dato adicional y para las discusiones se definieron dos variables, el *No. de tutorías* y el *No. de revisiones*, las especificaciones aparecen en la tabla 4.4.

Las *observaciones sobre los alumnos durante las tutorías* se realizaron con la finalidad de recoger las experiencias que se presenciaron de los equipos respecto a su comprensión del método y como la información del método les facilitó el diseño del programa de medición y los indicadores.

Las *observaciones sobre los trabajos de los equipos* de alumnos durante las revisiones se realizaron con la finalidad de recoger las dificultades que se presenciaron de los equipos para diseñar correctamente el programa de medición y los indicadores.

2. Contexto de experimentación

En el contexto de la experimentación se describen todos aquellos elementos necesarios para ejecutar el experimento controlado como las variables independientes, los sujetos participantes en el proceso de experimentación y los objetos que utilizaran dichos sujetos para realizar las actividades del experimento.

El experimento se realizó en el ámbito de la asignatura de gestión del proceso durante el segundo cuatrimestre del 2008 (Febrero-Junio) del Máster en Ciencia y Tecnología Informática en la Universidad Carlos III de Madrid.

Se eligieron tres profesores para dictar cada uno un método distinto a evaluar. Estos profesores se seleccionaron en base a su conocimiento y experiencia similar. Cada uno impartió un método distinto en una clase de dos horas a un nivel similar con el fin de no influir y beneficiar a un solo método. Las clases se impartieron como sigue, el sujeto **P1** (**Profesor 1**) para dictar la clase de **BOQM**, **P2** dicta **BSC&GQM**, **P3** dicta **PSM**.

Después del entrenamiento, se formaron cuatro equipos de alumnos con un nivel similar en habilidades y experiencia. A continuación, se mencionan los equipos, sus integrantes y el método que eligieron (véase la figura 4.3).

- **Equipo A.** Este equipo eligió el método **BOQM** y está conformado por dos integrantes: El sujeto **A1** y sujeto **A2**.
- **Equipo B.** Este equipo eligió también **BOQM** y se compone de dos alumnos: los sujetos **B1** y **B2**.
- **Equipo C.** Método: **BSC&GQM**; integrantes: sujetos **C1**, **C2** y **C3**.

- **Equipo D.** Método: **PSM**; integrantes: sujetos **D1, D2 y D3**.

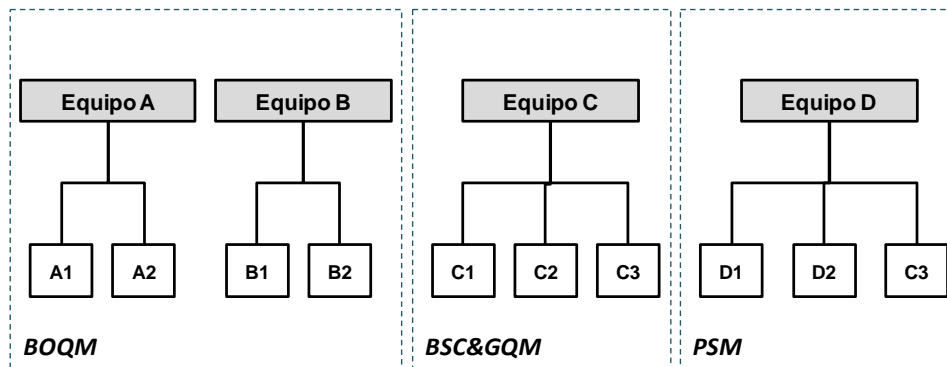


Figura 4.3 – Selección del método por equipo: equipo, sujetos y método

Con el propósito de facilitar el análisis de la facilidad de comprensión, la utilidad y el rendimiento, se ha establecido un contexto común para todos los métodos de medición considerados. Este contexto común está definido por las variables independientes del experimento que se presentan en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Variables independientes del experimento

Nombre	Abreviatura	Descripción
Experiencia y conocimientos de los profesores	VII.1	Experiencia y habilidades recogidas de los currículos de los profesores en lo concerniente a medición de productos y procesos de software y mejora del proceso software
Experiencia y habilidades de los alumnos	VII.2	Experiencia y habilidades recogidas de las encuestas de los alumnos en lo concerniente a medición de productos y procesos de software, ingeniería del software y desarrollo de software.
Tiempo de entrenamiento por método	VII.3	Es el tiempo para dictar las clases a los alumnos por método.
Material para el seguimiento de los métodos	VII.4	La descripción del caso práctico de una SEO real igual para todos los trabajos. Por cada método: las referencias bibliográficas, la documentación de actividades a seguir, plantillas para presentar el programa de medición, plantillas para indicadores.

Como se puede observar en la tabla 4.6, la experiencia y conocimientos de los profesores es bastante similar. Sin embargo, en lo que respecta a los alumnos, solo existen dos de ellos que difieren de los demás en experiencia, específicamente, el sujeto B2 con 11 años de experiencia en ingeniería del software y el D2 con 5 años de experiencia en el desarrollo de software. El tiempo de entrenamiento fue el mismo para todos los métodos y el material tiene un formato similar para todos los métodos y un caso práctico común para todos los equipos.

En conclusión, los resultados de las variables independientes son lo bastante similares y no representaron una influencia o beneficio para un método en particular, es decir, se

utilizo una misma línea base genérica para conseguir resultados fiables durante el experimento.

Tabla 4.6 Resultados de las variables independientes del experimento

Nombre	Abreviatura	Resultados
Experiencia y conocimientos de los profesores	VII.1	P1: Experiencia en medición de productos y procesos de software: 1 año; Experiencia en mejora del proceso software: 2 años. P2: Experiencia en medición de productos y procesos de software: 2 años; Experiencia en mejora del proceso software: 1 y 1/2 año P3: Experiencia en medición de productos y procesos de software: 1 año y 3 meses; Experiencia en mejora del proceso software: 2 años
Experiencia y habilidades de los alumnos	VII.2	A1: Medición de productos y procesos de software: 6 meses; ingeniería del software 1 1/2 años; desarrollador de software 1 año y tres meses. A2: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 0 años; desarrollador de software 3 Meses. B1: Medición de productos y procesos de software: Cuatro meses; ingeniería del software 0 años; desarrollador de software 1 1/2 años. B2: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 11 años; desarrollador de software 0 años. C1: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 0 años; desarrollador de software 4 años. C2: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 2 1/2 años; desarrollador de software 0 años. C3: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 3 años; desarrollador de software 0 años. D1: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 3 años; desarrollador de software 0 años. D2: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 0 años; desarrollador de software 5 años. D3: Medición de productos y procesos de software: 0 años; ingeniería del software 2 años; desarrollador de software 1 año.
Tiempo de entrenamiento por método	VII.3	BOQM: 2 Horas BSC&GQM: 2 Horas PSM: 2 Horas
Material para el seguimiento de los métodos	VII.4	Para todos los métodos: -Descripción del caso práctico de una SEO, el mismo para todos los equipos. -Listas de verificación de la implementación del CMMI en la SEO, el mismo para todos los equipos. -Presentación del método en diapositivas. -Documentación de las actividades (instrucciones) a seguir por el método. -Plantilla para presentar los resultados del programa de medición. -Plantilla para presentar los indicadores según el método. -Referencias bibliográficas de apoyo: BOQM: 5; BSC&GQM: 4; PSM: 4

Caso práctico

El caso práctico forma parte del material para el seguimiento de los métodos. Para que los equipos de alumnos partieran de la misma base, se utilizó este mismo caso para todos los equipos.

Se trata de una empresa real de servicios de consultoría y productos de Tecnologías de Información (TI) para todos equipos de alumnos con la finalidad de utilizar la misma base para definir el programa de medición. A continuación, se describe el caso práctico.

La organización John Doe¹ es líder en servicios de consultoría y productos de TI, y su campo de acción incluye cerca de todo el sector de la industria TI en España. La SEO factura aproximadamente cerca de 700 millones de Euros (2007), y posee más de 2500 empleados.

La misión de la organización es desarrollar sistemas abiertos y software asociado desde entornos de workstation hasta entornos empresariales de gran capacidad, aportando el valor añadido de: diseño de la solución, comparativas, capacidad de planificación, personalización y rendimiento, implementaciones, soporte, migraciones, mantenimiento, gestión y administración, y control remoto.

La visión de la compañía John Doe es ser una organización madura y competitiva con nuevas líneas de negocio capaz de satisfacer al cliente y cumplir con los compromisos.

Esta empresa ha basado su crecimiento en la evolución de sus servicios, desde la distribución de productos y soluciones informáticas, objeto inicial de su constitución, hasta la consultoría e integración de sistemas y soluciones de negocio electrónico. Se sirve tanto de productos propios como la integración de productos y soluciones de terceros para ofrecer las soluciones tecnológicas más competitivas del mercado. Su estructura organizacional (véase la figura 4.3) se descompone de la siguiente forma:

Las unidades de la organización son: planificación de recursos empresariales (29 gestores de proyectos, 120 técnicos), Administración de la relación con el Cliente / Gestión del conocimiento (55 gestores de proyectos, 200 técnicos), e-Business (28 gestores de proyectos, 200 técnicos), desarrollo de software (28 gestores de proyectos, 100 técnicos), logística y comercio (25 gestores de proyectos, 60 técnicos), centro de expertos (CEX)(20 gestores de proyectos, mas de 1000 técnicos). Las tecnologías y soluciones están orientadas por las siguientes áreas y servicios: sector público, sector bancario, y la industria.

La organización está compuesta por las siguientes áreas: alta dirección, personal de administración y logística, personal de desarrollo de negocios, personal de operaciones que está organizado por especialidades en los centros de expertos (CEX), y por último la gestión de clientes. Los clientes son suministrados con soluciones especializadas elaboradas en el CEX.

En su tiempo (2007), se estaba implantando CMMI para la mejora y despliegue de los procesos de Desarrollo de Requisitos (RD), Gestión de Requisitos (REQM),

¹ Se utilizo un seudónimo para ocultar el verdadero nombre de la organización y evitar problemas legales con la misma

Planificación de Proyectos (PP), Aseguramiento de Calidad del Proceso y del Producto (PPQA), Medición y Análisis (MA), Control y Seguimiento de Proyectos (PMC).

Los productos y servicios están orientados a las siguientes áreas de sectoriales: la administración pública, banca y seguros, industria y distribución, telecomunicaciones, y sanidad.

Los tipos proyectos que se crean son: Proyectos de desarrollo, implementación y mantenimiento con evolutivos, proyectos de mantenimiento correctivo y soporte, proyectos de mantenimiento de producto propio, proyectos de outsourcing, proyectos de sesión de personal, proyectos pequeños de Desarrollo/Implantación/Mantenimiento con evolutivos, y proyectos pequeños de mantenimiento Correctivo/Soporte. Para tal complejidad, esta organización contaba con el proyecto PROGRESO para el control del uso del CMMI con los tipos de proyectos.

Material para la ejecución del experimento

El material que se utilizó para la ejecución del experimento fue el siguiente:.

- Diapositivas de la presentación por cada método (ya sea BOQM, BSC&GQM o PSM) para impartir las clases y como material para los alumnos con el fin de comprender el método.
- Caso práctico de la empresa real mencionado anteriormente
- Listas de verificación de la implementación del CMMI sobre la organización John Doe en lo que correspondiente al nivel de su aplicación.
 - A nivel organizativo: las divisiones de Desarrollo, ERP, CRM-KM, e-Business, Comercio y Logística y DTS.
 - A nivel de áreas de proceso de CMMI: las áreas de proceso de Desarrollo de Requisitos (RD), Planificación de Proyectos (PP), Gestión de Requisitos (REQM) y Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA).
- Documentación de las actividades a seguir para completar el trabajo de cada método.
- Plantilla para presentar los resultados del programa de medición.
- Plantilla para presentar los indicadores.
- Encuesta individual común para los alumnos (véase las figuras 4.4 a 4.5).

Por favor responda formalmente a la encuesta en base al seguimiento del método asignado.		
DIRIGIDA A:		
ASIGNATURA	Gestión del proceso	
MÉTODO	PSM (Practical Software Measurement) ▼	
Información del encuestado		
¿Cuál es la formación que tiene a la fecha? (Títulos, grados, y otros)		
¿Cuales tipos de responsabilidades que desempeña/ha desempeñado? ¿Y cuanto tiempo en años ha ejercido dicho cargo?	Responsabilidad	Periodo
M1. Conocer la facilidad de comprensión del método		
V1.1. Conocer para la finalidad del método		
P1.1.1 ¿Es el método capaz de controlar y presentar información de utilidad de los proyectos?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.1.2 ¿Es el método capaz de medir los rendimientos de desarrollo y mantenimiento del software de la SIO en base a su visión y estrategia?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.1.3 ¿Es el método capaz de medir los productos y procesos de software y orientar los esfuerzos de mejora en base a la visión y estrategia en un ambiente competitivo?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
V1.2. La persona ha comprendido como aplicar el método		
P1.2.1 ¿Logro definir los indicadores referente a los objetivos de negocio o estratégicos?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.2.2 ¿Consiguió formular los algoritmos para calcular los indicadores?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.2.3 ¿Consiguió nombrar los recursos electrónicos, o BDs, o herramientas necesarias para coleccionar los atributos (ej. requerimientos) a medir?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
V1.3. Grado de comprensión del uso de la información obtenida		
P1.3.1 ¿Cuáles cree que son las funciones de los responsables de construir y mantener los indicadores de medición?	<input type="checkbox"/> R1. Realizar acciones correctivas <input type="checkbox"/> R2. Analizar datos <input type="checkbox"/> R3 Reportar información medible <input type="checkbox"/> R4 Colectar datos <input type="checkbox"/> R5 Tomar decisiones	
P1.3.2 ¿Cuáles cree que son las funciones de los usuarios de los indicadores de medición (Ej. CEO, Director TI, Dirección de Proyectos, Jefe de proyecto)?	<input type="checkbox"/> R1. Realizar acciones correctivas <input type="checkbox"/> R2. Analizar datos <input type="checkbox"/> R3 Reportar información medible <input type="checkbox"/> R4. Colectar datos <input type="checkbox"/> R5. Tomar decisiones	
P1.3.3 ¿Qué proporciona el indicador de medición para asegurar los objetivos de la SIO?	<input type="checkbox"/> R1. Un criterio de decisión <input type="checkbox"/> R2. Conocimiento operativo de la SIO <input type="checkbox"/> R3. Colectar datos <input type="checkbox"/> R4. Resultados cuantificables	
V1.4. . Los beneficios que se pueden esperar de la información generada		
P1.4.1 ¿Puede el método proporcionar soporte para conocer la capacidad interna de los procesos de la SIO?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.2 ¿Puede el método proporcionar soporte para dirigir los esfuerzos internos de trabajo?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.3 ¿La información obtenida del método informa de factores externos a la SIO para dirigirla a una ventaja competitiva?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.4 ¿Son los objetivos de la SIO orientados a la mejora de productos y procesos de software?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.5 ¿Es el método capaz de definir las acciones o prácticas para asegurar los objetivos de la SIO?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.6 ¿Los indicadores del método presentan una estructura que facilite seguir la practicas de medición de algún modelo de procesos de software (ej. CMMI, TSP, PSP, ISO/IEC 12207)?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.7 ¿La información de medición definida por el método permite visualizar el grado de consecución de los objetivos de la SIO?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO
P1.4.8 ¿El método permite definir información de análisis en sus indicadores dirigida a los usuarios para la buena toma de decisiones?	S/NO/NO SABE NO SABE ▼	COMENTARIO

Figura 4.4 – Encuesta (Parte I)

M3. Conocer cuál es la utilidad de los resultados del método		
V3.1. Utilidad de la información obtenida		
P3.1.1 ¿Los indicadores generados del método fueron los suficientemente eficientes para medir el avance o cumplimiento de los objetivos de la SIO?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
P3.1.2 ¿La información generada por el método es útil para una efectiva toma de decisiones?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
P3.1.3 ¿Después de haber seguido el método y haber definido los objetivos e indicadores cree que fueron útiles para conducir una estrategia competitiva?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
V3.2. Precisión de la información obtenida		
P3.2.1 ¿Los indicadores formulados con el método ajustaron bien a las necesidades de medición de los objetivos de la SIO?	<input type="checkbox"/> Mal Ajuste <input type="checkbox"/> Un buen ajuste <input type="checkbox"/> Un ajuste regular <input type="checkbox"/> Un excelente ajuste	
V3.3. Utilidad de la información para implementar el plan de medición		
P3.3.1 ¿Antes de iniciar el procedimiento de medir el método genero la suficiente documentación de colección y análisis de datos de medición?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
V3.4. Utilidad de la información para el reporte al nivel directivo, gerencial, y operativo		
P3.4.1 ¿En su opinion la alta dirección puede tomar decisiones precisas con los indicadores y/o el cuadro de mando?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
P3.4.2 ¿En su opinion el método permitiría realizar un seguimiento periódico de los reportes al nivel directivo?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
P3.4.3 ¿En su opinion el método permitiría realizar un seguimiento periódico de los reportes al nivel gerencial?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
P3.4.4 ¿En su opinion el método permitiría realizar un seguimiento periódico de los reportes al nivel operativo?	SI/NO/NO SABE NO SABE	COMENTARIO
V3.5. Utilidad de la información como valor añadido		
P3.5.1 ¿La información que se genera con el método ofrece un valor añadido a los productos y procesos de software en la SIO?	SI/NO/NO SABE NO SABE	En caso de SI, ¿Cuáles son esos valores?

Figura 4.5 – Encuesta (Parte II)

3. Ejecución del experimento

Esta actividad sólo consiste en que el diseño del experimento se ponga en marcha. Desde un punto de vista práctico, se realizaron las siguientes actividades: los profesores impartieron clases a todo el grupo de máster con una agenda de tres métodos a evaluar (Clases impartidas en el 2008) en la *clase de gestión de procesos*. Posteriormente, cada equipo seleccionó un método y se les proporcionó el material, un caso práctico común (contexto de una SEO real) y las indicaciones para diseñar un plan de medición. Después, se fijaron las asesorías con el periodo deseado por el equipo (semanal, quincenal u otro periodo).

Durante la ejecución del experimento se recogieron los datos de la categoría de rendimiento, concretamente las variables dependientes definidas en la tabla 4.4. Además durante las asesorías y revisiones, se realizaron observaciones definidas. Finalmente, los trabajos y encuestas resueltas fueron entregados al investigador, el cual se encargó de recoger las variables de las encuestas relacionadas con las categorías de comprensión y utilidad de la tabla 4.3.

4. *Recogida de datos e instrumentación*

En esta sección se describe la planificación de la recogida de datos, así como también instrumentación de los objetos utilizados por los sujetos y el investigador. En este experimento, la planificación de las actividades principales del procedimiento de recogida e instrumentación se muestran en la figura 4.6.

- Durante la primera actividad y antes de impartir las clases de los distintos métodos, se planificó recoger datos de los currículos de los profesores del grupo de investigación del laboratorio de ingeniería del software (SEL-UC3M, Software Engineering Lab) de la Universidad Carlos III de Madrid. Se seleccionaron cuatro profesores con habilidades en Medición de Productos y Procesos (MPP) y Mejora de Procesos de Software (MPS) con experiencia menor a tres años (variable VI1.1 de la tabla 4.5).
- Después de que los profesores hayan entrenado al grupo de máster con las presentaciones de BOQM, PSM y PSM (variable VI1.3, tabla 4.5), haber formado los cuatro equipos y que el investigador haya programando los periodos de asesorías y revisiones, se entregó el siguiente material a los equipos (variable VI1.4 de la tabla 4.5):
 - Caso práctico de la empresa real
 - Listas de verificación de la implementación del CMMI
 - Documentación de las actividades por método
 - Plantilla de resultados del programa de medición por método
 - Plantilla de indicadores por método
 - Referencias bibliográficas por método
 - Encuestas para alumnos
- Con el material mencionado anteriormente cada equipo tuvo que diseñar los programas de medición e indicadores.
- Mientras los equipos diseñaban sus programas e indicadores, el investigador se encargaba de otorgar las asesorías programadas a los equipos y las revisiones de los avances de los trabajos. De las asesorías se realizaron observaciones sobre los equipos y observaciones de las revisiones sobre los avances de los trabajos.
- Cuando se concluyó el periodo de revisiones y asesorías y el tiempo programado para culminar el programa de medición y sus indicadores, los equipos

entregaron los trabajos al investigador e individualmente cada alumno entregó su correspondiente encuesta resuelta.

- De las encuestas, se lograron obtener las variables de experiencia y habilidades de los alumnos en medición de productos y procesos de software, ingeniería del software y desarrollo de software (variable VI1.2 de la tabla 4.5). Además, las variables de las categorías de comprensión y utilidad fueron recogidas de las encuestas (véase las variables en la tabla 4.3).
- Las variables que se lograron recoger de los trabajos son: el tiempo para definir el programa de medición, tiempo para definir los indicadores, no. de indicadores, no. de asesorías, no. de revisiones y el cálculo del rendimiento de indicadores (véase la tabla 4.4).

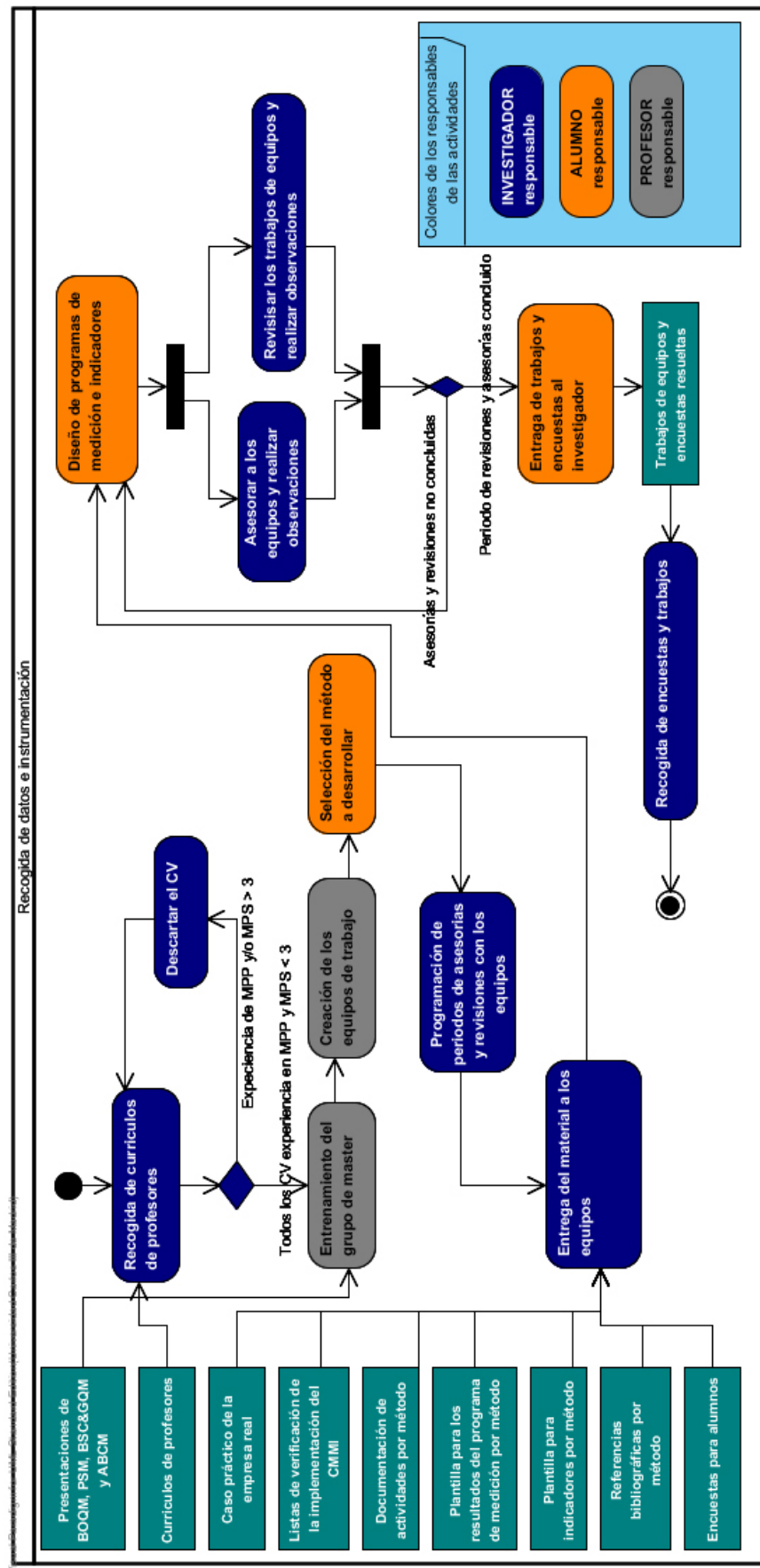


Figura 4.6 – Instrumentación del experimento docente

5. Análisis de datos

El procedimiento de análisis utilizado para los trabajos de los equipos fue el análisis comparativo del rendimiento en el diseño de indicadores y la duración para el diseño del programa de medición de BOQM frente a los otros métodos.

El procedimiento de análisis sobre los datos en las encuestas fue una comparativa entre los promedios por categorías de cada método, la categoría de comprensión y de la perspectiva de la utilidad. Cabe mencionar que en la categoría de comprensión se evaluaron las respuestas de las encuestas como un examen en relación al método desarrollado por el alumno, de esta forma se logró obtener un grado de aprendizaje respecto al método y alumno. Para calificar cada variable se utilizaron criterios de evaluación por método.

Para analizar a los alumnos y su interés en aprender a desarrollar un programa de medición se analizaron las observaciones realizadas durante las asesorías y revisiones con el fin de reunir evidencias que permitan describir cómo el interés de aprendizaje afecta al rendimiento.

Los tres análisis sobre los trabajos, las encuestas y las observaciones servirán como el peso de evidencias que de soporte a la validación del objetivo de la presente experimentación.

La sección de *interpretación* del proceso de experimentación se puede ver en la sección 4.3.4.

4.3 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

4.3.1 Capacidad de alineamiento de gestión estratégica, mejora de procesos software y medición para la gestión de la competitividad de las organizaciones

El modelo de análisis resultante de aplicar BOQM se puede ver en la figura 4.7. En este modelo de análisis se presentan los objetivos estratégicos (OE) alineados con los objetivos de mejora (OM), sus correspondientes preguntas clasificadas en las perspectivas del BSC, el indicador y los datos actuales del indicador.

A continuación se muestra la información no presente en los resultados de la figura 4.7, los objetivos de mejora alineados con su correspondiente objetivo estratégico.

- *Objetivo estratégico 1 (O.E.1).*
 - O.M.1.1: Reorganizar la estructura de los equipos en el departamento de desarrollo.
- *Objetivo estratégico 2 (O.E.2).*
 - O.M.2.1: Separar el soporte y desarrollo, optimizando el flujo de trabajo.
 - O.M.2.2: Centrar y reasignar los roles y el rendimiento.
 - O.M.2.3: Fortalecer el sistema de control de gestión.
- *Objetivo estratégico 3 (O.E.3).*
 - O.M.3.1: Mejorar los procesos de desarrollo de software desplegados.
 - O.M.3.2: Mejorar las capacidades del personal y el rendimiento en el desarrollo del departamento.

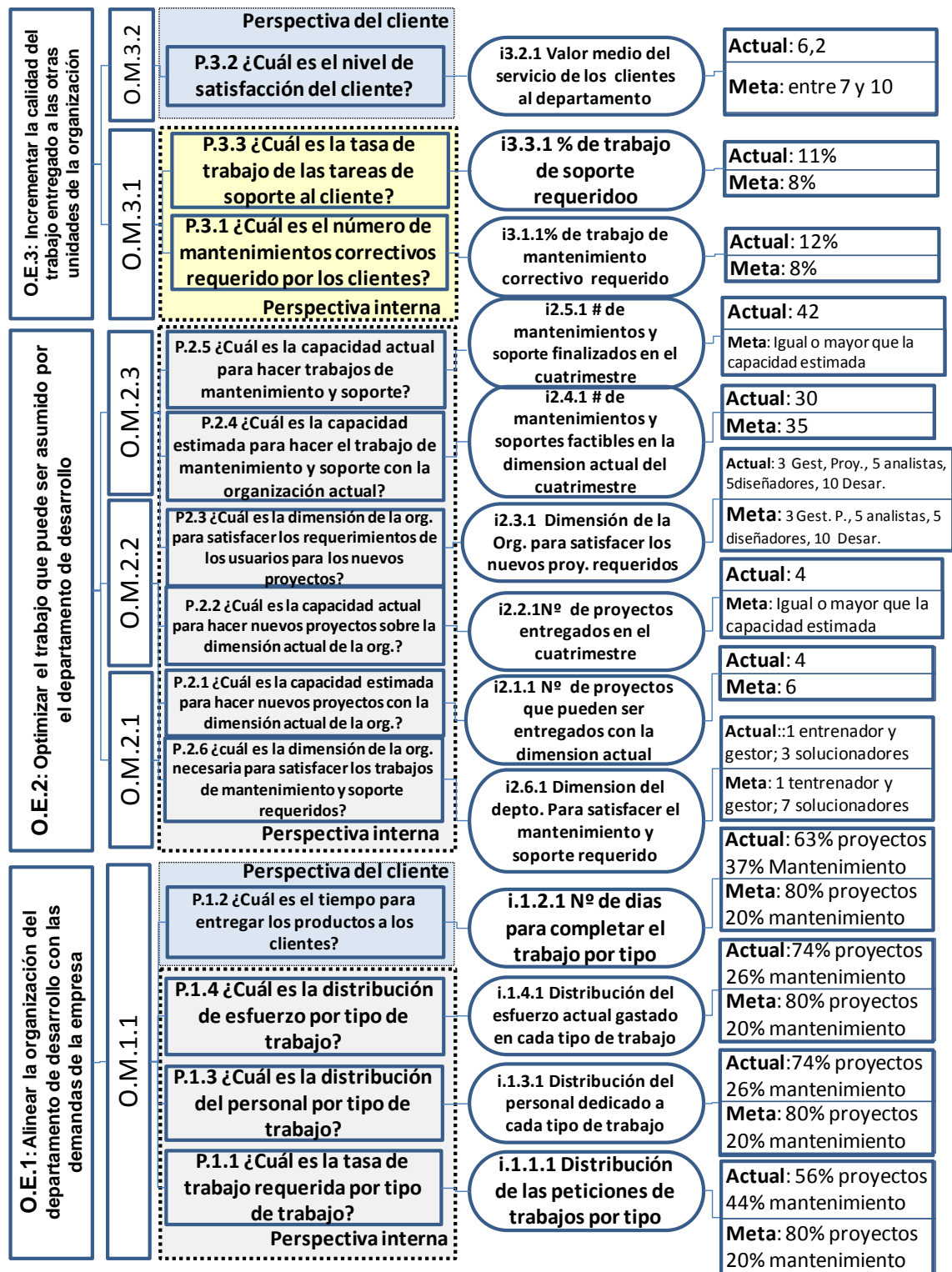


Figura 4.7 – Modelo para el análisis de la estrategia de la empresa

Como resultado del análisis de las entrevistas y observaciones sobre el personal involucrado en la implementación de BOQM y en las otras dos previas iniciativas, se realizaron las siguientes interpretaciones.

A) Alineamiento de los elementos para definir la estrategia de negocio, acciones de mejora de proceso de software e iniciativas de medición

De las entrevistas se encontraron algunos problemas en las previas iniciativas a BOQM. Una pérdida importante de alineamiento fue detectada debido a que el foco del negocio fue tener mayores cantidades de productos entregados, y desde la perspectiva de la organización en gestionar más racionalmente la cartera de proyectos y entregar productos de mayor calidad. Además, aunque el directivo y los gestores de la SEO estuvieron de acuerdo sobre el conjunto de medidas en el pasado, los reportes enviados a la gestión fueron demasiado complicados, sin proveer información con significado sobre el número y calidad de los productos liberados.

Al finalizar la aplicación de BOQM, los participantes indicaron que la definición de los objetivos estratégicos y de mejora estuvo más relacionada con la actual situación de la organización y fueron más factibles. Esta mejora en la alineación, fue obtenida gracias al que el proceso de BOQM y el modelo de análisis (véase la figura 4.7) mejoraron el entendimiento común de los objetivos de negocio a través del personal, y en cómo la SEO podría contribuir en asegurarlos y cómo los problemas organizacionales de la SEO podrían ser resueltos.

Como el modelo de información obtenido para gestionar la estrategia de la SEO estaba más alineado, los indicadores y sus relaciones causa-efecto ayudaron a identificar los impactos de los cambios en los valores de algunos constructores de medición sobre los valores de otros constructores de medición. Por tanto, fue más simple evaluar los impactos de los cambios sobre el grado de logro del negocio y de los objetivos de la SEO.

Los niveles de agregación de los indicadores proveídos por el modelo de análisis de BOQM contribuyen a ofrecer información apropiada al personal (director ejecutivo, gestores de la SEO, ingenieros de software). No obstante, es importante mencionar que la medición tiene menor significado sin interpretación y juicio por todos aquellos que toman decisiones y acciones basadas en indicadores.

B) Alineamiento durante la definición del plan estratégico

Existe otro problema encontrado durante las entrevistas con el personal de las iniciativas anteriores, hubo una pérdida de alineación a través de los objetivos de negocio, las metas de la organización y las iniciativas de mejora de procesos, aunque se obtuvo el soporte de la gestión por la dirección. El soporte se dio proveyendo de los recursos requeridos para las iniciativas SPI y algunos altos directivos participaron en el seguimiento del proceso de definición de las iniciativas SPI y medición.

Es relevante fijar la participación activa del gestor de la SEO en BOQM y utilizar la información facilitada por la ayuda de los altos directivos para asegurar una completa alineación entre la formulación de los objetivos de negocio y de la SEO.

En consecuencia, los expertos de BOQM indicaron en las entrevistas finales que el liderazgo envuelto no es sinónimo de éxito en la alineación de negocio y las estrategias de la SEO. Se concluyó que la participación de la alta dirección no sólo consiste en proveer recursos y soporte político, sino también es esencial que los altos directivos provean información relevante de su entendimiento y puntos de vista. La orientación del proceso de BOQM facilitó la participación efectiva de la alta dirección.

4.3.2 Capacidad de contribuir a las sinergias entre todos los implicados

A) Grado de sinergia entre los actores implicados en la definición de la estrategia, acciones de mejora de proceso de software e iniciativas de medición

El siguiente análisis es el resultado de las observaciones y entrevistas al personal encargado de implementar BOQM y las dos iniciativas anteriores. La información analizada e interpretada está directamente relacionada con la capacidad de contribuir con las sinergias entre los implicados en la gestión estratégica del negocio, el control y gestión del rendimiento de una SEO y la gestión de las iniciativas de mejora del proceso software.

A partir de las entrevistas con el personal de las dos previas iniciativas se logró encontrar el siguiente problema. Nuevamente hubo una pérdida de alineamiento a través del negocio y los objetivos de la SEO, las iniciativas SPI y los programas de medición relacionados, esto se debió parcialmente a la falta de un proceso claro indicando la información específica a ser definida y los roles y responsabilidades envueltos. Esta falta de un proceso predefinido creó algunos problemas relacionados con el tipo de información relevante obtenida. Además, se dieron frecuentes y serias discrepancias durante las sesiones con los equipos de trabajo debido al conflicto de puntos de vista. Finalmente, el bajo nivel de los empleados fue reactivo a participar amistosamente y activamente en las sesiones con los equipos de trabajo debido a la participación del director y gestores de la SEO.

La implementación de BOQM contribuyó con algunos beneficios:

El primero, el entrenamiento de BOQM fue más focalizado a proveer un entrenamiento específico a todos los participantes y más estudiado detalladamente dentro de los

conceptos y actividades asignadas a cada rol participante en el proceso. Además, los ejemplos tomados de los casos de estudio ya existentes y adaptados a BOQM fueron evaluados positivamente porque lograron clarificar cómo completar el proceso de BOQM.

Segundo, el uso de un proceso formalizado mejoró la visibilidad del estado actual del proceso. El personal envuelto logró identificar qué actividades permanecieron y qué productos internos fueron necesitados antes de que el proceso fuese completado.

Tercero, los roles y las responsabilidades fueron identificadas y claramente definidas al inicio, tal que cada trabajador involucrado conoció que se esperaba de él mismo para definir los objetivos e indicadores de la SEO. Los participantes también consideraron que las responsabilidades asignadas a cada uno de ellos se ajustaron con sus habilidades y experiencia.

Cuarto, la forma en que las actividades fueron organizadas a través del personal mejoró la combinación de la habilidad de una forma organizada, previniendo los cuellos de botella en las largas y no productivas discusiones y permitiendo la participación activa de los trabajadores a los niveles bajos. Finalmente, los participantes remarcaron que la orientación del proceso de BOQM redujo el trabajo de oficina y una interacción más estructurada a través del personal.

4.3.3 Capacidad para capturar y difundir conocimiento útil a todos los niveles de la organización

A) Uso eficiente de conocimiento pre-existente

El problema identificado en las dos primeras iniciativas fue el no uso del conocimiento pre-existente debido a que los objetivos e indicadores que fueron seleccionados e identificados desde cero. En consecuencia, los participantes gastaron más esfuerzo de lo esperado en el reproceso porque la orientación de la alta dirección y las líneas guía no fueron consideradas apropiadamente.

Las observaciones recogidas durante la implementación de BOQM y las entrevistas conducidas a la finalidad del proyecto, indicaron que utilizando este conocimiento predefinido organizado en las perspectivas del BSC había tenido algunos efectos positivos. Específicamente, el uso de los esquemas predefinidos de los objetivos de negocio, los objetivos SPI y los constructores de medición redujeron el número de argumentos sobre los objetivos de mejora e indicadores. Además, la aplicación de las

perspectivas del BSC ayudó a organizar la información de la misma forma en que la alta dirección organizó el conocimiento de los objetivos de negocio, mejorando el significado del intercambio de conocimiento entre los niveles organizacionales.

B) Recogida efectiva de datos necesarios para el seguimiento de la estrategia

La información facilitada por el personal de la SEO fue de baja calidad porque ellos no conocieron realmente por qué los datos fueron necesarios y para qué era el uso actual de la información. Debido a esta pérdida de información, el personal de la SEO se preocupó acerca del uso de los datos.

Después de la implementación de BOQM, la calidad de la información fue mejorada. La participación de los trabajadores a todos los niveles profesionales para su control en la definición de los objetivos e indicadores de la SEO contribuyó al incremento de confianza en el uso de la información.

C) Intercambio de conocimiento entre miembros de todos los niveles de la organización

De las iniciativas anteriores, los indicadores y los reportes relacionados fueron utilizados para proporcionar a la alta dirección con datos para la toma de decisiones y evaluar los efectos de las acciones de mejora en la organización de la SEO.

Durante la implementación de BOQM, algunos tipos de reportes fueron preparados. Los directivos y los ingenieros de software evaluaron positivamente el panorama general proporcionada por las perspectivas del BSC.

Aunque esto fue evaluado positivamente en la organización, la filosofía de BOQM no incluyó sólo estos usos tradicionales, sino también la disponibilidad y la retroalimentación de datos, y el uso de datos para guiar las acciones SPI. Esta retroalimentación del rendimiento no sólo motivó un cambio en el comportamiento de los individuos, grupos y la organización completa, sino también cambio en una dirección específica.

El modelo de información de BOQM contribuyó al aprendizaje a través de todos los niveles de la organización, a pesar de que permitir exclusivamente las actividades de la toma de decisiones para el directivo y propósitos de gestión de la SEO.

4.3.4 Capacidad para facilitar el aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas

En esta sección, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos de aplicar BOQM en el ámbito docente, teniendo como fin, el mostrar la capacidad para facilitar el aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas para que todos los roles implicados participen efectivamente en el diseño de un programa de medición. Se trata de un programa enfocado a la gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software.

En esta sección se presentan los resultados recogidos de los trabajos, encuestas y las observaciones y se realiza una discusión del grado de consecución de los objetivos de validación establecidos con respecto a la facilidad de aprendizaje de BOQM. Por último, se mencionan las limitaciones del experimento.

A) Capacidad de comprensión

Los resultados de las encuestas se muestran en términos porcentuales en la Figura 4.8. Después de haber evaluado todas las encuestas por alumno, se pasó a calcular el promedio de comprensión del alumno con los resultados de las variables, donde cada variable de encuesta (VE) por método, representa la media de todas las variables de los alumnos que aplicaron el método. Y el valor representante de la comprensión del método se sitúa a la derecha de los resultados de cada método, en el campo promedio de comprensión.

Conociendo los valores de cada variable, ahora se prosigue a explicar qué se quiere conocer de cada variable por método, es decir, cada conjunto de preguntas de cada variable tiene un propósito relacionado con la comprensión del alumno hacia el método desarrollado. A continuación, se mencionan los propósitos de cada variable y las características que ofrece BOQM según los resultados por variable en la tabla 4.8.

- *Conocimiento de la finalidad del método (VE1.1).* Esta variable indica que los alumnos tuvieron un cierto grado de comprensión en términos de porcentajes sobre los siguientes aspectos: las limitaciones del método respecto a la capacidad de generar información de medición para proyectos, si la información se diseñó en base a la visión y estrategia de la SEO y/o en un ambiente competitivo. *Estos aspectos fueron medidos por método y alumno a través de las encuestas después*

de las tutorías, revisiones y de haber entregado los trabajos al igual que todas las siguientes variables de las encuestas.

Los alumnos comprendieron en un **100%** (véase el total de la variable **VE1.1** en la figura 4.8) que BOQM puede generar información de medición para proyectos, diseñar información de medición en base a la visión y estrategia de la SEO y en un ambiente competitivo.

- *Comprensión de la aplicación del método (VE1.2).* Esta variable indica que los alumnos tuvieron un cierto grado de comprensión (medido en porcentaje) sobre las características de medición que se pueden aplicar con su método para definir indicadores.

Los alumnos comprendieron en un **25%** (**VE1.2**) que BOQM permite presentar información para definir correctamente indicadores, los algoritmos y cómo especificar cada medida desde su nombre hasta cómo recogerlo y de dónde.

- *Comprensión del uso del método (VE1.3).* Grado de comprensión del uso de la información de medición que su método puede ofrecer a los participantes de la SEO, es decir, si conoce las funcionalidades que ofrece la información al equipo de medición y a los mandos de todos los niveles de la SEO.

Los alumnos comprendieron en un **70,83%** (**VE1.3**) que BOQM tiene roles predefinidos como el bibliotecario y el analista de medición para recoger y analizar datos de medición y reportar la información. Además de otros roles, como los mandos directivos, tácticos y operativos, que son los usuarios de la información de medición encargados de tomar las decisiones y realizar las acciones correctivas. Y que los constructores de medición están diseñados para ofrecer un criterio de decisión, un conocimiento operativo de la SEO y resultados cuantificables.

- *Comprensión de los beneficios de la información (VE1.4).* Grado de comprensión de los beneficios específicos del método en relación con la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de productos y procesos de software.

Los alumnos comprendieron en un **50%** (**VE1.4**) que BOQM ofrece una gran variedad de beneficios en relación con la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de productos y procesos de software. Beneficios como el uso del BSC para medir y dirigir la capacidad interna de los procesos de la SEO desde la perspectiva interna, y más información estratégica desde sus otras perspectivas con la finalidad de visualizar el grado de consecución de los objetivos

estratégicos. BOQM permite diseñar el BSC en base a factores internos y externos a la SEO. También permite definir objetivos orientados a la mejora de productos y procesos de software y las acciones para asegurarlos, a su vez, estos objetivos alineados con sus constructores de medición diseñados para la toma de decisiones. La estructura del constructor de medición permite seguir las prácticas de otras iniciativas como el área de proceso de medición del CMMI, la norma ISO 15939 para el proceso de medición del software en la ingeniería del software.

Método	COMPREENSIÓN (C) de los métodos				Promedios de Comprensión
	VE1.1	VE1.2	VE1.3	VE1.4	
BOQM	100.00%	25.00%	70.83%	50.00%	61.46%
BSC&GQM	66.67%	66.67%	38.89%	33.33%	51.39%
PSM	0.00%	100.00%	77.78%	83.33%	65.28%

Figura 4.8 – Resultados de la encuesta: categoría de comprensión

En la figura 4.8 se pueden apreciar los promedios resultantes de los alumnos en la categoría de comprensión (C), en el método de **BOQM** los alumnos obtuvieron una comprensión de **61,46%**, en **BSC&GQM** una comprensión de **51,39%** y **PSM** una comprensión de **65,28%**. Un punto a destacar, es que aunque dos alumnos tenían una experiencia mucho mayor que los demás, uno en un equipo BOQM y el otro de BSC&GQM, se ve una ligera ventaja de comprensión de los alumnos de PSM frente a los de BOQM y un poco mayor frente a los alumnos BSC&GQM, en otras palabras, la experiencia anterior no influyó en los resultados siendo el material y entrenamiento por método el que destacara como factor de aprendizaje. Al ser este entrenamiento y material reutilizado en un entorno empresarial podría mejorar sustancialmente la comprensión del equipo de calidad para diseñar un programa de medición para cumplir la estrategia de la SEO e informar a todos los niveles de la SEO.

Con los resultados obtenidos de la **comprensión** de los métodos (véase la figura 4.8) se puede decir que **BOQM** tiene un grado de comprensión prácticamente igual que **PSM** con un **3,82%** por encima de **BOQM**, pero tuvo una mayor comprensión que **BSC&GQM** con un **10,07%** de diferencia. En resumen, esto quiere decir que el material utilizado para el entrenamiento y seguimiento de las actividades de BOQM, las tutorías y las correcciones durante las revisiones sirvieron para mejorar la comprensión de los alumnos con respecto a las características que ofrece BOQM. En concreto, los alumnos tuvieron un **61,46%** de comprensión sobre las variables.

B) Utilidad

En la figura 4.9 se pueden observar los resultados del **grado de utilidad de la información de medición** que fue generada al dar seguimiento al método para la situación actual de la SEO, los productos y procesos de software y los mandos directivos, tácticos y operativos. Estos resultados se obtienen desde la perspectiva de los alumnos en las variables.

A continuación, se describe el propósito de cada variable y la interpretación de cada variable de BOQM en base a los resultados de la tabla 4.9.

- *Utilidad de la información del método (VE3.1).* Esta variable indica desde la perspectiva de los alumnos, el grado de utilidad en términos de porcentajes de la información de medición generada por el uso del método para medir el avance y cumplimiento de los objetivos de la SEO, la toma de decisiones y la conducción de una estrategia competitiva. *La opinión de los alumnos sobre la utilidad de la información de cada método fue medida a través de las encuestas después de las tutorías, revisiones y de haber entregado los trabajos al igual que todas las siguientes variables de las encuestas.*

Los alumnos aseguraron en un **91,67%** de utilidad (véase el total de la variable **VE3.1** en la figura 4.9) que usando la estructura de los constructores de medición de BOQM se puede medir el avance y cumplimiento de los objetivos de la SEO y ser de mucha utilidad para la toma de decisiones y la conducción de una estrategia competitiva.

- *Precisión de la información del método con el caso práctico (VE3.2).* Esta variable indica el grado de utilidad de los indicadores para ajustar y satisfacer las necesidades de medición del contexto del caso práctico desde la perspectiva de los alumnos de cada método.

Los alumnos aseguraron en un **87,50%** (**VE3.2**) de utilidad que el mecanismo de BOQM, es decir, el modelo de análisis de BOQM es útil para definir los indicadores que ajusten y satisfagan las necesidades de medición de los usuarios.

- *Utilidad de la información para implementar un programa de medición (VE3.3).* Grado de utilidad de los procedimientos y documentos para la recogida y análisis de los datos de medición.

Los alumnos aseguraron en un **50%** (**VE3.3**) de utilidad que el constructor de medición de BOQM presenta una estructura útil para la recogida de datos, que se

detalla desde la recogida de cada medida, presentando dónde se recoge el dato, cómo se recoge, con quién, el nombre del documento y dónde se almacena.

- *Utilidad de la información para reportar a todos los niveles de la SEO (VE3.4).*

Grado de utilidad de los reportes para informar, permitir el seguimiento periódico y la toma de decisiones de la alta dirección, el mando táctico y los gestores de proyectos.

Los alumnos aseguraron en un **93,75% (VE3.4)** de utilidad que los reportes del BSC programados para informar a los mandos directivos y tácticos, son de utilidad para el seguimiento periódico de la estrategia completa y la toma de decisiones. Para los mandos operativos, los informes de constructores de medición son de utilidad para la toma de decisiones.

- *Utilidad de la información como valor añadido (VE3.5).* Grado de utilidad de la información de medición que puede ofrecer el método para otorgar un valor añadido a los productos y procesos de la SEO.

Los alumnos aseguraron en un **100% (VE3.5)** de utilidad que BOQM ofrece un valor añadido a los productos y procesos de la SEO, que desde la perspectiva de los alumnos se resume en: la cuantificación de la estrategia de una SEO, mejora de la competitividad en base a la medición productos y procesos y la priorización de esfuerzos de mejora.

Método	UTILIDAD (U) para todos los niveles organizacionales					Promedios de Utilidad
	VE3.1	VE3.2	VE3.3	VE3.4	VE3.5	
BOQM	91.67%	87.50%	50.00%	93.75%	100.00%	84.58%
BSC&GQM	55.55%	91.67%	66.67%	91.67%	33.33%	67.78%
PSM	77.78%	75.00%	33.33%	75.00%	33.33%	58.89%

Figura 4.10 – Resultados de la encuesta: categoría de utilidad

Los **resultados** por método se muestran en la figura 4.9 en los campos de color gris oscuro, estos indican el **grado de utilidad de** la información de medición generada del por el uso del método para medir el avance y cumplimiento de los objetivos de la SEO, la toma de decisiones y la conducción de las fuerzas para una estrategia competitiva desde la perspectiva de los alumnos. Acorde a estos resultados, BOQM tiene un grado de utilidad de un **84,58%**, BSC&GQM tiene un grado de utilidad de un **67,78%** y PSM de un **58,89%**, Realizando la interpretación, **BOQM** proporciona resultados por encima de **BSC&GQM** con una diferencia de un **16,8%** y de **PSM** con una diferencia de un

25,69%. En resumen, la información que se genera con el uso de **BOQM** es potencialmente más útil que **PSM** y **BSC&GQM**. Concretamente, los alumnos piensan que BOQM puede ofrecer un **84,58%** de utilidad.

Como futuro trabajo, se espera contrastar este grado de utilidad aplicando BOQM en una SEO real.

C) Rendimiento

Los resultados obtenidos del experimento y específicamente de los trabajos, revisiones y asesorías se muestran en la tabla 4.7. Se clasificaron los resultados por equipo y método desarrollado, de los cuales se obtuvieron resultados de las variables de: el tiempo para definir un programa de medición (**VD1.1**) y los indicadores (**VD1.2**), el número de indicadores (**VD1.3**), el número de tutorías (**VD1.4**) y revisiones (**VD1.5**) y el rendimiento por equipo para definir un indicador (**VD1.6**). Estos datos toman mayor sentido después de las observaciones, ya que estos muestran información del cómo la comprensión y el material por equipo repercutieron en el rendimiento.

Tabla 4.7 Resultados de las variables dependientes del experimento

Equipos	Métodos	Tiempo para definir el programa de medición (VD1.1)	Tiempo para definir los indicadores (VD1.2)	Numero de indicadores (VD1.3)	No. de tutorías (VD1.4)	No. de revisiones (VD1.5)	Rendimiento de indicadores (VD1.6)
Equipo A	BOQM	8,25 Hrs	10,91 Hrs	10	3	2	1,09 Ind/Hr
Equipo B	BOQM	6,5 Hrs	5,5	11	2	1	0,5 Ind/Hr
Equipo C	BSC&GQM	3,33 Hrs	22 Hrs	8	1	1	2,75 Ind/Hr
Equipo D	PSM	9 Hrs	21 Hrs	11	3	2	1,90 Ind/Hr

Las variables de la tabla 4.7 se definen como sigue.

El **tiempo para definir el programa de medición (VD1.1)** de la tabla 4.7) significa el tiempo en horas que el equipo invirtió para desarrollar el programa de medición para asegurar la estrategia de la SEO sin contemplar los indicadores. Los elementos incluidos en el programa de medición son particulares de cada método. En **PSM** son los objetivos de negocio, las necesidades de información con sus prioridades, la estructura de trabajo desglosada de la iniciativa SPI actual en la SEO y los procedimientos de recogida, análisis y reporte. En **BSC&GQM** los elementos del programa son la visión, misión, objetivos estratégicos, los sub-objetivos con sus criterios de éxito y el BSC con sus sub-objetivos y preguntas. Por último, en **BOQM** los elementos incluidos en el programa son

los puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo de la SEO, la visión y misión, los objetivos estratégicos, los objetivos de mejora priorizados y los modelos operativos.

El **tiempo para definir los indicadores (VD1.2)** de la tabla 4.7) significa el tiempo en horas en que un equipo tardó en definir todos los indicadores siguiendo las actividades definidas en el método.

El **número de indicadores (VD1.3)** es el número de indicadores que el equipo logró definir con el método.

El **número de tutorías (VD1.4)** significa el número de tutorías otorgadas a los equipos para facilitar el diseño del programa de medición y sus indicadores por método.

El **número de revisiones (VD1.5)** significa el número de revisiones sobre los avances del programa de medición e indicadores de los equipos antes de la entrega de trabajos.

Por último, el **rendimiento de indicadores (VD1.6)** significa el número de indicadores que un equipo puede diseñar en una hora.

Ahora se puede continuar con la interpretación de la perspectiva del **rendimiento**. Se ha encontrado que **BOQM** ha tenido mayor **rendimiento de indicadores (VD1.6)** según los resultados presentados en la tabla 4.7. Los resultados muestran que con **BOQM** se lograron diseñar los indicadores con una media del **rendimiento de indicadores (VD1.6)** de la tabla 4.7, *donde la media es $(1,09+0,5)/2$* de **0,795 Ind/Hr**, **BSC&GQM** con un rendimiento de indicadores de **2,75 Ind/Hr** y **PSM** con **1,90 Ind/Hr**. Acorde a las observaciones obtenidas, las causas del buen rendimiento de **BOQM** se deben a que:

- La comprensión de ambos equipos sobre la filosofía de procesos agilizó el seguimiento de las actividades contenidas en el procedimiento de definición de indicadores
- El haber comprendido el modelo de análisis de **BOQM** durante las tutorías les llevó a un buen rendimiento a ambos equipos para la definición de los indicadores.
- El modelo de análisis de **BOQM** les ayudó a ambos equipos a complementar los constructores de medición (indicadores) de una manera sistemática y que semiautomáticamente ya tenían definidas las perfectivas del BSC. El no tener predefinidas las preguntas por medida y clasificadas por perspectiva del BSC favoreció en el tiempo para definir los indicadores.

Sin embargo, los resultados de la variable del **tiempo para definir el programa de medición (VD1.1)** no favorecen lo suficiente a **BOQM**. El método que obtuvo un menor tiempo para definir el programa de medición fue **BSC&GQM** con un tiempo

de **3,33 Hrs**, seguido por **BOQM** con un tiempo de **7,37 Hrs** y **PSM** con **9 Hrs**.

Acorde a las observaciones, las causas de dicho tiempo con BOQM se deben a que:

- El equipo A de BOQM tenía experiencia nula en gestión estratégica por lo que se le dieron 3 tutorías para capturar las ideas sobre los conceptos de una estrategia para la SEO y para que los alumnos comprendieran las funciones de los roles de mando directivo y táctico. Además, BOQM necesita de la comprensión del análisis interno y externo de la SEO para definir correctamente las vulnerabilidades a resolver con los objetivos estratégicos. En suma, tanto como el método y los alumnos no beneficiaron como se esperaba el tiempo por programa, siendo necesaria una segunda revisión.
- Por lo que respecta al equipo B, no tuvo ninguna dificultad en la comprensión de los términos de la gestión estratégica por lo que lograron definir con un buen tiempo el programa.

A continuación, se muestran las **observaciones** obtenidas durante las tutorías realizadas sobre los equipos y durante las revisiones de los avances de los trabajos.

- Observaciones del **equipo A**:
 1. Los alumnos presentaron interés en la filosofía de procesos y esto les agilizó el seguimiento de las actividades.
 2. En la segunda asesoría encontraron que el modelo de análisis de BOQM les ayudaría a complementar los constructores de medición (indicadores) de una manera sistemática y que semiautomáticamente ya tenían definidas las perfectivas del BSC.
 3. Llegar a la definición de los objetivos de mejora fue lo más difícil para ellos, ya que no tenían mucha experiencia en el área de la gestión estratégica.
 4. La comprensión del análisis interno y externo de la SEO para definir correctamente las vulnerabilidades a resolver con los objetivos estratégicos fue un desafío para el conocimiento previo de este equipo. Además, para que los alumnos comprendieran todos los roles de BOQM asignados, en concreto las funciones de los roles de mando directivo y táctico fue una labor que necesitó de tres tutorías.
- Observaciones del **equipo B**:

1. Durante la primera asesoría comprendieron a la perfección la filosofía de procesos y el modelo de análisis de BOQM, esto les llevó a un buen rendimiento para la definición del programa de medición.
 2. A diferencia del equipo A, este equipo tardó menos tiempo en llegar a definir los factores externos, internos, las vulnerabilidades, los objetivos estratégicos y los objetivos de mejora. Esto se debió a que uno de los alumnos había demostrado un buen conocimiento previo en ingeniería del software.
- Observaciones del **equipo C**:
 1. El método les fue muy sencillo de comprender en la primer asesoría, pero en la práctica se vieron con que la simplicidad no les dio la suficiente información para definir los indicadores y su rendimiento fue algo bajo.
 2. Lo más sencillo para ellos fue definir los objetivos estratégicos y descomponerlos en piezas medibles para el BSC, en suma, es un método práctico para definir objetivos y descubrir que se puede medir de estos.
 - Observaciones del **equipo D**:
 1. Este equipo fue el más minucioso de todos, sus comprensión del modelo de análisis y el mecanismo de selección de medida les llevó a definir todos sus indicadores de una forma correcta, sin embargo, esta perfección afectó a su rendimiento.
 2. Como no tenían conocimiento ni material relacionado con la gestión estratégica necesitaron dos asesorías para comprender cómo sacar necesidades de información de los objetivos estratégicos.

Finalmente, después de las discusiones del rendimiento de BOQM y las observaciones, se puede concluir que BOQM posee dos elementos que potencian el rendimiento, concretamente: La **filosofía de procesos** agiliza el seguimiento de las actividades del método y el **modelo de análisis de BOQM** reduce el tiempo para definir indicadores y el BSC.

En suma, las discusiones sobre los beneficios de BOQM han ofrecido resultados lo bastante relevantes para asegurar el objetivo de la experimentación. BOQM ayuda a facilitar el *aprendizaje* de las competencias necesarias para *diseñar la información de medición oportuna* para que todos los roles implicados la *utilicen* efectivamente en el proceso de la gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software *en mayor medida que PSM y BSC & GQM*.

D) Limitaciones del estudio

Se lograron recoger datos de BOQM en lo que respecta a su comprensión, rendimiento y utilidad con un valor de discusión moderado. Sin embargo, es necesario obtener datos de más usuarios de BOQM para tener una evidencia estadística más concluyente.

Capítulo V

Conclusiones

5.	CONCLUSIONES	191
5.1	Conclusiones y resumen de las aportaciones	191
5.2	Desafíos y futuras líneas de investigación	197

5. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo de la presente tesis doctoral, así como también, las dificultades actuales y las futuras líneas de investigación.

5.1 Conclusiones y resumen de las aportaciones

La investigación realizada en esta tesis doctoral se ha enfocado en la gestión estratégica sobre las organizaciones de desarrollo y provisión de servicios software, concretamente, en resolver el problema del *cómo integrar efectivamente la gestión estratégica, la mejora del proceso y la medición para gestionar eficientemente la competitividad de las organizaciones de software*. Para ello, se realizó un estado del arte, en el que se estudió la situación actual de la gestión estratégica en la industria del software, se realizó un análisis de las contribuciones de las propuestas dentro del proceso de la gestión estratégica y la importancia de estas en relación con el problema a resolver.

En base a las aportaciones más importantes encontradas en el estado del arte, se logró definir el método objetivo-preguntas balanceado (BOQM, A Balanced Objective-Questions Method). Este método tiene como objetivo formular una estrategia para la SEO, capaz de alinear los objetivos estratégicos con los objetivos de mejora mediante medidas presentadas de una forma balanceada desde cuatro perspectivas del cuadro de mando integral (BSC, Balanced ScoreCard): la financiera, el proceso interno, el cliente y el aprendizaje y crecimiento. BOQM se definió para ofrecer las siguientes capacidades a la SEO:

- Adaptabilidad de los roles de BOQM para los cargos a todos los niveles de la SEO y la asignación de responsabilidades acorde a su experiencia y habilidades.
- Detección de las vulnerabilidades de la SEO tanto de factores externos como internos, además de la definición de los objetivos estratégicos utilizando tales vulnerabilidades.
- Descomposición de los objetivos estratégicos en objetivos de mejora orientados a medir los productos o procesos de software.
- Definición de las acciones y los responsables para asegurar cada objetivo estratégico, en otras palabras, el modelo operativo de cada objetivo estratégico.

- Definición del programa de medición y sus indicadores en base a las necesidades de medición de los objetivos de mejora. El programa y los indicadores permitirán institucionalizar la recogida, almacenamiento, reporte y soporte de la información medible en la SEO a los niveles de mando directivo, táctico y operativo.
- Reporte de la información medible a los niveles directivos y tácticos con el uso del BSC, conteniendo este los objetivos de mejora alineados con sus indicadores y las relaciones causa-efecto entre indicadores. El BSC permite reportar el estado actual de la estrategia en su totalidad.
- Evaluación del uso y contenido de los indicadores y medición del rendimiento y los costes de implementación. Los resultados de la evaluación son de utilidad para definir las mejoras para la próxima implementación del BOQM.

Habiendo definido el método de BOQM, lo siguiente fue determinar si BOQM puede asegurar la hipótesis definida en esta tesis doctoral. *Sí se dispone de una metodología especialmente enfocada a las SEOs que integré actividades de la gestión estratégica, principios de mejora del proceso y técnicas de medición, será posible gestionar la estrategia de la SEO, incrementando las sinergias entre todo el personal involucrado y distribuyendo el conocimiento a todos los niveles de la organización para una efectiva toma de decisiones.*

Para determinar la veracidad de esta hipótesis, se definieron cuatro objetivos de experimentación. (1) Determinar si BOQM ayuda a gestionar eficazmente la competitividad de una SEO, alineando la gestión estratégica, la mejora de procesos y la medición; (2) Determinar si BOQM ayuda a incrementar las sinergias entre todos los implicados en la gestión estratégica del negocio, el control y gestión del rendimiento de una SEO y la gestión de las iniciativas de mejora del proceso software; (3) Determinar si BOQM ayuda a capturar y difundir conocimiento útil de las iniciativas de mejora del proceso software y el control de la estrategia de la organización a todos los niveles de la SEO; (4) Determinar si BOQM ayuda a facilitar el aprendizaje de las competencias necesarias para que todos los roles implicados participen efectivamente en el proceso de gestión estratégica alineada con la mejora de procesos software.

- 1) Con respecto a la capacidad de alineamiento de la gestión estratégica, mejora de procesos software y medición para la gestión de la competitividad de las organizaciones, las aportaciones proporcionadas por BOQM son:

- a) En lo que respecta al alineamiento de los elementos para definir la estrategia de negocio, las acciones de mejora del proceso software e iniciativas de medición, BOQM ofrece lo siguiente.
 - El proceso de BOQM y el modelo de análisis mejoraron el entendimiento común de los objetivos de negocio a través del personal y el entendimiento de cómo asegurarlos.
 - La evaluación de los impactos de los cambios sobre el grado de logro del negocio, fue más simple debido a las relaciones causa-efecto entre indicadores y su correspondiente objetivo de mejora.
 - Los niveles de agregación de los indicadores ofrecieron la información apropiada para el director ejecutivo, los gestores de la SEO y los ingenieros de software.
 - b) Alineamiento durante la definición del plan estratégico.
 - La orientación participativa de las actividades de BOQM para definir la estrategia facilitó la participación activa de la alta dirección.
- 2) Con respecto a la la capacidad de contribuir con las sinergias entre todos los implicados y las aportaciones proporcionadas por BOQM son:
- El entrenamiento de BOQM fue dirigido hacia la enseñanza de los conceptos y actividades para cada rol participante en el proceso.
 - El uso del proceso formalizado favoreció la visibilidad actual del proceso.
 - Los participantes señalaron que las responsabilidades asignadas a cada uno de ellos ajustaron con sus habilidades y experiencia.
 - El orden de las actividades del proceso logró evitar los cuellos de botella en las discusiones durante las reuniones y fomentó la participación activa de los niveles bajos de la organización.
- 3) Con respecto a la capacidad para capturar y difundir conocimiento útil a todos los niveles de la organización las aportaciones proporcionadas por BOQM son:
- a) En lo que respecta al uso eficiente de conocimiento pre-existente, BOQM ofrece el reúso de los esquemas predefinidos de los objetivos de negocio, los objetivos SPI y los constructores de medición contenidos en

- el BSC mejoró el significado del intercambio de conocimiento entre los niveles organizacionales.
- b) Para la recogida efectiva de datos necesarios para el seguimiento de la estrategia, BOQM permite la participación de los trabajadores durante la definición de los objetivos e indicadores contribuyó al incremento de confianza en el uso de la información.
- c) Respecto al intercambio de conocimiento entre miembros de todos los niveles de la organización, BOQM ofrece dos aportaciones.
- Los directivos e ingenieros de software evaluaron positivamente el panorama general proporcionado por las perspectivas del BSC.
 - La disponibilidad y retroalimentación de los datos medibles para guiar las acciones SPI motivó el cambio y la dirección de los esfuerzos de los individuos, grupos y la organización completa.
- 4) Por los resultados obtenidos, se puede concluir que BOQM contribuye con la capacidad para facilitar el aprendizaje de las capacidades y competencias requeridas para el alineamiento de la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de procesos y productos software. En concreto, las aportaciones proporcionadas por BOQM en este campo son:
- a) En cuanto a la facilidad de comprensión de los conceptos necesarios para el alineamiento de la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de procesos y productos software, se identificó que:
- BOQM genera información de medición para controlar proyectos, la información de medición es diseñada en base a la visión y estrategia de la SEO y en un ambiente competitivo.
 - BOQM presenta de información para definir correctamente indicadores, los algoritmos y cómo especificar cada medida, desde su nombre hasta cómo recogerlo y de dónde.
 - BOQM tiene roles predefinidos, como el bibliotecario y el analista de medición para recoger y analizar datos de medición y reportar la información. Además de otros roles, como los mandos directivos, tácticos y operativos, que son los usuarios encargados de tomar las decisiones y realizar las acciones correctivas. Además, los constructores de medición están diseñados para ofrecer un criterio de

decisión, un conocimiento operativo de la SEO y resultados cuantificables.

- BOQM ofrece una gran variedad de beneficios en relación con la gestión estratégica, mejora de procesos y medición de productos y procesos de software. Beneficios como el uso del BSC para medir y dirigir la capacidad interna de los procesos de la SEO desde la perspectiva interna, y más información estratégica desde sus otras perspectivas con la finalidad de visualizar el grado de consecución de los objetivos estratégicos. BOQM permite diseñar el BSC en base a factores internos y externos a la SEO. También, permite definir objetivos orientados a la mejora de productos y procesos de software y las acciones para asegurarlos, a su vez, estos objetivos alineados con sus constructores de medición diseñados para la toma de decisiones. La estructura del constructor de medición permite seguir las prácticas de medición de otras iniciativas de medición, como la norma ISO 15939 para la medición en la ingeniería del software.

b) En lo que respecta a la **utilidad** de la información generada al aplicar BOQM, se obtuvo que:

- Con los datos de medición de los objetivos de mejora presentados dentro de la estructura de los constructores de medición de BOQM, se puede medir el avance y cumplimiento de los objetivos de la SEO. Los constructores pueden ser de mucha utilidad para la toma de decisiones y la conducción de una estrategia competitiva.
- El mecanismo de BOQM, es decir, el modelo de análisis de BOQM es útil para definir indicadores que ajusten y satisfagan las necesidades de medición de los usuarios.
- El constructor de medición de BOQM presenta una estructura útil para la recogida de datos, que se detalla desde la recogida de cada medida, presentando el dónde se recoge el dato, cómo se recoge, con quién, el nombre del documento y dónde se almacena.
- Los reportes programados del BSC para informar a los mandos directivos y tácticos, son de utilidad para el seguimiento periódico de la estrategia completa y la toma de decisiones. Para los mandos operativos,

los informes de constructores de medición son de utilidad para la toma de decisiones.

- BOQM puede ofrecer un valor añadido a los productos y procesos de la SEO. En el que desde la perspectiva de los alumnos se resume en: *la cuantificación de la estrategia de una SEO, la mejora de la competitividad en base a la medición productos y procesos y la priorización de esfuerzos de mejora.*
- c) En términos de **rendimiento**, BOQM ofrece los siguientes elementos que contribuyeron con la mejora del rendimiento.
- La filosofía de procesos agilizó el seguimiento de las actividades contenidas en el procedimiento de definición de indicadores
 - La comprensión del modelo de análisis de BOQM durante las tutorías llevó a un buen rendimiento para la definición de los indicadores.
 - El modelo de análisis de BOQM ayudó a complementar los constructores de medición de una forma sistemática con las perfectivas del BSC definidas semiautomáticamente. El tener predefinidas las preguntas por medida y clasificadas por perspectiva del BSC favoreció en el tiempo para definir los indicadores.
 - Tanto como el nivel de complejidad que exige el método para la gestión estratégica y el labor de la mitad de los alumnos, no beneficiaron como se esperaba en el tiempo para definir el programa de medición. Para resolver este inconveniente, es aconsejable realizar un entrenamiento acerca de los conceptos de la gestión estratégica. La otra mitad de los alumnos, no tuvieron ninguna dificultad en la comprensión de los términos de la gestión estratégica, por lo que lograron definir el programa en un buen tiempo.

5.2 Desafíos y futuras líneas de investigación

En esta sección se presentan los desafíos que se han encontrado durante el trabajo de investigación para realizar esta tesis doctoral. Además, se incluyen las posibles líneas de investigación que pueden ofrecer aportaciones a la investigación en la ingeniería del software. A lo largo de esta investigación, se han identificado dos áreas o líneas de investigación que pueden ser explotadas en un futuro cercano.

- **La gestión del conocimiento estratégico para las SEOs.** La importancia de una estrategia reside en utilizar bien los recursos de la SEO para tener una competitividad ventajosa frente a las otras SEOs, pero es también importante el reúso del conocimiento de las iniciativas SPI para la creación de una nueva estrategia o la mejora de la actual, aun que esto no ha sido probado empíricamente. Recientemente, se han estudiado factores que contribuyen con el éxito de la gestión del conocimiento, factores como los tecnológicos, organizacionales y recursos humanos (Fehér and Gábor 2006). También se ha estudiado cómo el proceso de aprendizaje es utilizado en la práctica, siendo la interacción entre los procesos de aprendizaje la clave para mejorar la práctica (Arent and Nørbjerg 2000). Sin embargo, se ha encontrado en una revisión sistemática realizada acerca de la gestión del conocimiento en la ingeniería del software, que en la escuela de la gestión estratégica, no se han realizado estudios de la importancia estratégica de la gestión del conocimiento en la ingeniería del software (Bjørnson and Dingsøyr 2008). En resumen, ***es necesario realizar una revisión sistemática sobre las aportaciones que puede ofrecer la gestión del conocimiento con la ingeniería del software para la creación o mejora de la estrategia de una organización de ingeniería del software (SEO).***
- **Medición del conocimiento para la gestión estratégica de las SEOs.** Las organizaciones de software han recorrido un largo camino cuantificando el retorno de la inversión en el desarrollo de productos de software y las prácticas de mejora de procesos (Brodman and Johnson 1995). Sin embargo, la industria del software ha tenido sus dificultades para invertir en la gestión del conocimiento debido al fallo en la alineación de los esfuerzos de gestión del conocimiento con los objetivos estratégicos de la organización (Fonyaine and Lesser 2002), al desconocimiento del valor monetario del conocimiento para

beneficio de la organización y si los esfuerzos para capturar y compartir conocimientos son rentables (Cohen 2006). Habiendo identificado estas dificultades, *es necesario investigar el cómo medir el coste, uso y rendimiento de: el conocimiento utilizado para seguir las prácticas de gestión de los procesos, las normas para el desarrollo de software, las prácticas para asegurar la estrategia de la SEO y el esfuerzo para compartir todo este conocimiento.*

Bibliografía

- Alain Abran, James W. Moore, Pierre Bourque, Robert Dupuis (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. IEEE Computer Society, 1(1).
- Acuña Silvia T. & Juristo Natalia (2005). Software Process Modeling. New York. Springer-Verlag New York.
- Amescua Seco, A., Garcia, J., Segura, M. I. S. & Medina-Dominguez, F (2006) A Pattern-Based Solution to Bridge the Gap Between Theory and Practice in Using Process Models. SPW/ProSim, doi: 10.1007/11754305_11.
- Arent J., Nørbjerg J. (2000). Software process improvement as organizational knowledge creation: a multiple case analysis. In Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, USA, p. 105.
- Asgarkhani, M. (2006) Current Trends in Strategic Management of ICTs. IEEE International Conference on Management of Innovation and technology, doi: 10.1109/ICMIT.2006.262205.
- Basili, V. R. & Weiss, D. M. (1984). A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data. IEEE Trans. Software Eng., 10, 728-738.
- Basili, V. R., G. C. & Rombach, H. D. (1994). Goal Question Metric Paradigm. Encyclopedia of Software Engineering, John Wiley & Sons, 2, 528-532.
- Basili, V., Heidrich, J., Lindvall, M., Munch, J., Regardie, M. & Trendowicz, A. (2007). GQM⁺ Strategies -- Aligning Business Strategies with Software Measurement. ESEM '07: Proceedings of the First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, IEEE Computer Society, 488-490.
- Basili V. , Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Regardie M., Rombach D., Seaman C & Trendowicz A. (2009). Linking Software Development and Business Strategy Through Measurement. IEEE Computer (Accepted article).
- Berry, M. & Jeffery, R. (2000). An Instrument for Assessing Software Measurement Programs. Empirical Software Engineering, Kluwer Academic Publishers, 5, 183-200.
- Biró, M. & Tully, C. (1999). The Software Process in the Context of Business Goals and Performance. Messnarz, R. & Tully, C. (ed.), Better Software Practice for Business Benefit: Principles and Experience (pp. 15-27). Wiley-IEEE Computer Society Press.
- Bjørnson F.O., Dingsøyr T. (2008). Knowledge Management in Software Engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used. Information and Software Technology, 50 (11).
- Boehm, B. (2003). Value-based software engineering: reinventing. SIGSOFT Softw. Eng. Notes, ACM, 28(2), 3.
- Briand L.C., Emam K. El, and Morasca S. (2004) On the Application of Measurement Theory in Software Engineering. Empirical Software Eng., doi: 10.1007/BF00125812.

- Brodman J.G. & Johnson D.L. (1995). Return on Investment (ROI) from Software Process Improvement as Measured by US Industry. *Software Process: Improvement and Practice*, 47, pp. 35-47.
- Card, D. (2003) Integrating Practical Software Measurement and the Balanced Scorecard Computer Software and Applications Conference, Annual International, IEEE Computer Society, doi: 10.1109/CMPSAC.2003.1245366.
- Card, D. (2003b). Practical Software Measurement. *Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering (ICSE'03)*, IEEE Computer Society, pp.738.
- Cohen D. (2006). What's Your Return on Knowledge. *Harvard Business Review*, December.
- Daskalantonakis, M.(1992). A practical view of software measurement and implementation experiences within. *Motorola IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE Computer Society, 18(11), 998-1010.
- Debou, C. & Kuntzmann-Combelles, A. (2000). Linking software process improvement to business strategies: experiences from industry. *Software Process: Improvement and Practice*, 5(1), 55-64.
- Deephouse C., Mukhopadhyay T., Goldenson D.R., & Kellner M.I. (1995). Software Processes and Project Performance. *Journal of Management Information Systems*, 12(3), 187-205.
- Dybå T. (2000). An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement. *Empirical Software Engineering*, 5(4), 357-390.
- Dybå T. (2003). Factors of Software Process Improvement Success in Small and Large Organizations: An Empirical Study in the Scandinavian Context. *Proc. Joint Ninth European Software Eng. Conf. (ESEC) and 11th SIGSOFT Symp. Foundations Software Eng. (FSE-11)*, 28(5), 148-157.
- Dybå, T. (2005). An empirical investigation of the key factors for success in software process improvement. *IEEE Transactions On Software Engineering*, 31(5), 410- 424.
- Dybå, Tore, D. T. M. & Brede, N. (2004). *Process Improvement in Practice: A Handbook for IT Companies* (Vol. 9). Boston: International Series in Software Engineering: Kluwer Academic Publisher.
- Dybå T, Kitchenham B.A., Jørgensen M. (2005b). Evidence-Based Software Engineering for Practitioners. *IEEE Software*, Jan-Feb 2005, 22(1), pp. 58-65.
- El-Emam Khaled (2007). TrialStat Corporation: On Schedule with High Quality and Cost Savings for the Customer. *Performance Results from Process Improvement*, DACS Journal, Vol 10, N. 1.
- El-Emam Khaled, Goldenson Dennis, McCurley J. & Herbsleb, J. (2001). Modelling the Likelihood of Software Process Improvement: An Exploratory Study. *Empirical Software Engineering*, 6(3), 207-229.
- Fahey L. (2007). Connecting strategy and competitive intelligence: refocusing intelligence to produce critical strategy inputs. *Strategy & Leadership*, Emerald, 35(1), 4-12.
- Fehér P., Gábor A. (2006). The role of knowledge management supporters in software development companies, *Software Process: Improvement and Practice*, 11 (3), 251–260.
- Fenton, N. E. & Pfleeger, S. L. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach* PWS Publishing Co., 1998.

- Feuerlicht, G. & Voříšek, J. (2003). Key Success Factors for Delivering Application Services. Proceedings of the 11th International Conference on Systems Integration, 274-282. Prague.
- Fontaine, M. and Lesser, E. (2002). "Challenges in managing organizational knowledge", Next Frontier, December.
- French, W. L. & Bell, C. H. (1999). Organization Development: Behavioral Science Interventions for Organization Improvement (sixth ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
- Garmus David, and Iwanicki Stasia (2007). Improved Performance Should Be Expected from Process Improvement. Performance Results from Process Improvement, DACS Journal, Vol 10, N. 1.
- Gibson Diane L., D. R. G. & Kost, K. (2006). Performance Results of CMMI-Based Process Improvement, CMU/SEI-2006-TR-004. SEI.
- Gilmore J. & Pine J. (1997). The Four Faces of Mass Customization. Harvard Business Review, 75(1).
- Gnatz, M.; Marschall, F.; Popp, G.; Rausch, A. & Schwerin, W. (2001). Modular Process Patterns Supporting an Evolutionary Software Development Process. Lecture Notes in Computer Science, 2188, 326-340.
- Goethert W. & Fisher M. (2003). Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced ScoreCard and Goal-Driven Measurement Techniques. Carnegie Mellon Univ., Software Eng. Inst. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/03.reports/pdf/03tn024.pdf>. Accessed 15 May 2009.
- Goethert, W. & Sivi, J. (2004). Applications of the Indicator Template for Measurement and Analysis. Carnegie Mellon Univ., Software Eng. Inst. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/04.reports/pdf/04tn024.pdf>. Accessed 15 May 2009.
- Goldenson, D. R. & Herbsleb, J. D. (1995). After the Appraisal: A Systematic Survey of Process Improvement, its Benefits, and Factors that Influence Success. Technical Report, CMU/SEI-95-TR-009, Carnegie Mellon Univ., Software Eng. Inst. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/95.reports/pdf/tr009.95.pdf>. Accessed 15 May 2009.
- Gopal, A., Mukhopadhyay, T., Krishnan, M.S. (2005). The Impact of Institutional Forces on Software Metrics Programs. IEEE Transactions on Software Engineering, 31(8), 679–694.
- Grady, R. B. (1997). Successful Software Process Improvement. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
- Gunasekaran A. (1999). A framework for the design and audit of an activity based costing system. Managerial Auditing Journal, Vol. 14 No.3, pp.118-27.
- Halkos, G. E. & Tzeremes, N. G. (2007). International Competitiveness in the ICT Industry: Evaluating the Performance of the Top 50 Companies. Global Economic Review, Taylor and Francis Journals, 36(2), 167-182.
- Hambrick D.C., Geletkanycz M.A., and Fredrickson J.W. (1993). Top Executive Commitment to the Status Quo: Some Tests for Its Determinants. Strategic Management Journal, 14(6), 401-418.

- Harjumaa L., Markkula J., and Oivo M. (2008). How Does a Measurement Programme Evolve in Software Organizations? PROFES 2008, LNCS 5089, pp. 230–243.
- Herbsleb, J. D. & Goldenson, D. R. (1996). A Systematic Survey of CMM Experience and Results. Proc. 18th Int'l Conf. Software Eng. (ICSE-18), 323-330.
- Humphrey W.S. (1989). Managing the Software Process. Reading, Mass.: Addison-Wesley Professional, SEI Series in Software Engineering.
- Humphrey, W. S. (2000). The Team Software Process (TSP). CMU/SEI-2000-TR-023. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/00.reports/pdf/00tr023.pdf>. Accessed 15 May 2009.
- Humphrey, W. S. (2001). Winning With Software: An Executive Strategy. SEI Series in Software Engineering . Addison-Wesley Professional.
- ISO/IEC 15504-4:2004 (2004a). Information technology - Process assessment - Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination.
- ISO/IEC 12207:1995/Amd 2:2004 (2004b). Information technology -- Software life cycle processes.
- ISO/IEC 15939:2007 (2007). Software engineering -- Software measurement process.
- ISO/IEC 9001:2008 (2008). Quality management systems – Requirements, International Standards Organization.
- Issac George, Rajendran C. & Anantharaman, R. N. (2006). An instrument for the measurement of customer perceptions of quality management in the software industry: An empirical study in India. Software Quality Journal, Springer, 14(4), 291-308.
- The IT Governance Institute (ITGI). (2007a). Control Objectives for Information and related Technology (COBIT). ISBN: 1-933284-72-2
- The IT Governance Institute (ITGI). (2007a). Mapping of CMMI for Development V1.2 With Cobit 4.0. ISBN: 1-933284-80-3
- Iversen J., Mathiassen L. (2003). Cultivation and Engineering of a Software Metrics Program. Info Systems Journal 13(1), 3–19.
- Jaafari A. (2000). Construction business competitiveness and Global benchmarking. Journal of Management in Engineering, November/December, 16(6), 43-53.
- Jedlitschka A., Pfahl D. (2005). Reporting Guidelines for Controlled Experiments in Software Engineering. In Proceedings of ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering, pp 95-104.
- Johnson C.C., Beiman I. (2007). Balanced Scorecard for State-Owned Enterprises, Driving Performance and Corporate Governance. ISSN: 031807.
- Juristo, N. & Moreno, A. M. (2001). Basics of Software Engineering Experimentation. Kluwer Academic Publishers, Springer.
- Kamel Sherif H, Rateb Dina & El-Tawil Mohamed (2009). The Impact of ICT Investments on Economic Development in Egypt, The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 36 (1), 1-21.
- Kanji, G. K. & e Sá, P. M. (2001). Kanji's Business Scorecard. TOTAL QUALITY MANAGEMENT, 12, 898-905.

- Kanji's, G. K. & e Sá, P. M. (2002). Kanjis Business Scorecard. TOTAL QUALITY MANAGEMENT, 13, 13-27.
- Kanji, G. K. & e Sá, P. M.(2007). Performance Measurement and Business Excellence: The Reinforcing Link for the Public Sector. Total Quality Management & Business Excellence, Volume 18, Issue 1 & 2 January 2007, pages 49-56.
- Kaplan R.S., Bruns W. (1987). Accounting and Management: A Field Study Perspective. Harvard Business School Press, ISBN 0-87584-186-4.
- Kaplan, R. S. & Cooper, R. (1997). Cost and Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance, Activity-Based Costing: Introduction (79-110), Harvard Business School Press.
- Kaplan R.S. & Norton D.P. (1996). The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2000) Having Trouble with Your Strategy? Then Map It (HBR OnPoint Enhanced Edition), Harvard Business Review Article, doi: 10.1225/5165.
- Kaplan R.S. & Norton D.P. (2003). Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2005) The Office of Strategy Management, Harvard Business Review Article, doi: 10.1225/R0510D.
- Robert S. Kaplan, and David P. Norton (2006) Alignment: Using the Balanced Scorecard to Create Corporate Synergies. Boston, MA, USA : Harvard Business Press Books
- Kaplan Robert S., and Norton David P. (2008). Plan the Strategy: Aligning the Organization for Effective Strategy Execution. Harvard Business Press, Book Chapter, Prod. #: 7686BC-PDF-ENG.
- Kojima Tsutomu , Hasegawa Toru , M. M. & Nakamura T. (2007). Risk analysis of software process measurements. Software Quality Journal, Springer, 16(3), 361-376.
- Kuppusamy M., Pahlavani M. & Salman A. S. (2008). Fostering ICT Development for Growth: Measuring the Payoffs for Australia and the Asean-5 Countries. American Journal of Applied Sciences, 5 (12), 1676-1685.
- Lamb R. B. (2008). Competitive strategic management, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Laporte C.Y., Alexandre S., Renault A., (2008). Developing International Standards for Very Small Enterprises. Ionic Systems Engineering, IEEE, Computer, 98-101.
- Lienert I. (2008). Activity-Based Costing: Is it Applicable in Governments? Public Financial Management Blog. November 12, 2008. <http://blog-pfm.imf.org/pfmblog/2008/11/activity-based.html>, Accessed on July 20, 2009.
- Long J. O. (2008). ITIL Version 3 at a Glance, Springer US.
- MAP (2006). Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información V2 (MAGERIT-v2). Ministerio de Administraciones Públicas, NIPO:326-05-047-X.
- Martín Diego, García Javier, Amescua A. & Juan, L. (2007). Reusable Project Patterns to enhance SPI, The Software Engineering Process Group Conference (SEPG).
- Mathiassen, L. Ngwenyama, O.K. Aaen, I. (2005). Managing Change in Software Process Improvement. Software, IEEE, 22(6), 573-589.

- McGarry John, C. J. B. L. E. C. J. D. & Hall, F. (2002). *Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers*, Addison-Wesley.
- Mcloone Peter J., and Rohde Sharon L. (2007). Performances Outcomes of CMMI-Based Process Improvements. *Performance Results from Process Improvement*, DACS Journal, Vol 10, N. 1.
- Mehra, S. & Inman, R. A. (2004). Purchasing management and business competitiveness in the coming decade. *Production Planning & Control*, 15(7), 710 – 718.
- Mishra Deepti and Mishra Alok (2008). *Software Process Improvement Methodologies for Small and Medium Enterprises. Product-Focused Software Process Improvement*, Springer Berlin / Heidelberg, LNCS, 5089, pp. 273-288.
- Moitra Deependra (2000). Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach. *Software Process: Improvement and Practice*, John Wiley & Sons, Ltd., 4(4), 199 – 207.
- Park, Robert; Goethert, Wolfhart; & Florac, William. *Goal-Driven Software Measurement—A Guidebook* (CMU/SEI-96-HB-002, ADA313946). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996. <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.002.html>>. Accessed 4 June 2009.
- Piercy, N. F. & Giles, W. (1989). Making SWOT Analysis Work. *Marketing Intelligence and Planning*, 7(5), 5-7.
- Porter, M.E. (1985). *Competitive Advantage*. New York: Free Press.
- Porter, M.E. (1991). Towards a Dynamic Theory of Strategy. *Strategic Management Journal*, Fundamental Research Issues in Strategy and Economics (Winter Special Issue), 12, 95-117.
- Prasad L., Yadav R., and Kothari A. (2009). Measurement of software using various construct in information model. *Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communication and Control*, ACM New York, pp. 720-724.
- Pulford K., Kuntzmann-Combelles A., and Shirlaw S. (1996). *A Quantitative Approach to Software Management: The AMI Handbook*. Wokingham, England: Addison-Wesley.
- Qi Liu Angel (2007). Motorola Software Group's China Center: Value Added by CMMI. *Performance Results from Process Improvement*, DACS Journal, Vol 10, N. 1.
- Rainer, A. & Hall, T. (2002). Key success factors for implementing software process improvement: a maturity-based analysis. *Journal of Systems and Software*, 62(2), 71-84.
- Ridley, G. Young, J. Carroll, P. (2004). COBIT and its utilization: a framework from the literature, *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, 8, 80233.
- Rifkin S. (2001). What Makes Measuring Software So Hard?. *IEEE Software*, 18(3), 41-45.
- Saastamoinen I., Tukiainen M. (2004). Software Process Improvement in small and medium sized software enterprises in eastern Finland: A state-of-the-practice study. *11th European Software Process Improvement Conference*, Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science, 3281, pp. 69-78.

- Salonen J. & Pirttimäki V. (2005). Outsourcing a Business Intelligence Function. *FRONTIERS OF E-BUSINESS RESEARCH*, Management of Information and Knowledge, 661-675.
- Sanchez-segura Maria I. & Acuna Silvia T. (2006). *New trends in software process modeling*, World Scientific Publishing Company.
- Sapp Mille, Stoddard Robert, and Christian Thomas (2007). Cost, Schedule, and Quality Improvements at Warner Robins Air Logistics Center. *Performance Results from Process Improvement*, DACS Journal, Vol 10, N. 1.
- Savolainen Paula, Sihvonen Hanna-Miina and Ahonen Jarmo J. (2007). SPI with Lightweight Software Process Modeling in a Small Software Company. *Lecture Notes in Computer Science* 4764, 71-81, Springer Berlin/Heidelberg, doi: 10.1007/978-3-540-75381-0_7
- Seaman B. C. (1999). Qualitative Methods in Empirical Studies of Software Engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 25(4), 557-572.
- Software Engineering Institute (2006a). *CMMI® for Development, Version 1.2* (2006). Carnegie Mellon University.
- Software Engineering Institute (2006b). *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A, version 1.2: Method Definition Document*. CMU/SEI-2006-HB-002. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/06.reports/pdf/06hb002.pdf>. Accessed 15 May 2009.
- Shull F., Seaman C., Zelkowitz M. (2006). Victor R. Basili's contributions to software quality. *Software, IEEE*, 23(1), pp. 16-18.
- Stelzer D. & Mellis W. (2000). Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement, *Software Process—Improvement and Practice*. 4(4), 227-250.
- Tuan, H.-W.; Liu, C.-Y. & Chen, C.-M. (2006). Using ABC Model for Software Process Improvement: A Balanced Perspective. *HICSS '06: Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, 9, 229.3.
- Voříšek, J. & Dunn, D. (2001). *Management of Business Informatics—Opportunities, Threats, Solutions*. Proceedings of the 9th International Conference on Systems Integration, 665-678, Prague, Czech Republic.
- Wall Daniel S. , McHale James, Pomeroy-Huff Marsha (2005). Case Study: Accelerating Process Improvement by Integrating the TSP and CMMI. Software Engineering Institute (SEI), CMU/SEI-2005-SR-012
- Watson, H.J. & Wixom, B.H. (2007). The Current State of Business Intelligence. *IEEE Computer*, 40(9), 96-99.
- Wohlin C., Host M. (2001). Special section: Controlled Experiments in Software Engineering. *Information and Software Engineering*, Elsevier, 43, 921-924.
- Wohlin C., Runeson P., Host M., Ohlsson M.C., Regnell B., Wesslén A. (2000). *Experimentation in Software Engineering: An introduction*, Kluwer Academic Publishers.
- Yusof S.M. and Aspinwall E. (1999). Critical Success Factors for Total Quality Management Implementation in Small and Medium Enterprises. *Total Quality Management*, 10(4-5), 803-809.

Zahran S. (1998) Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success.
Edinburgh UK: Addison-Wesley Professional.

Anexo A

Publicaciones, proyectos y estancias

Anexo A.1. Publicaciones

Hugo A. Mitre, Ana Isabel González-Tablas, Benjamín Ramos, and Arturo Ribagorda.

A Legal Ontology to Support Privacy Preservation in Location-Based Services ,
Computer Science Department, Carlos III Technical University of Madrid, OTM
Workshops 2006, LNCS ISBN: ISBN-13: 978-3-540-48273-4, Vol. 4278, pp. 1755-
1764. Montpellier, France, November 2006.

Javier García Guzmán, *Hugo A. Mitre*, Antonio de Amescua, and Manuel Velasco.

Integration of Strategic Management, Process Improvement and Quantitative
Measurement for Managing the Competitiveness of Software Engineering
Organizations. Springer US, Software Quality Journal, March 2010. DOI:
10.1007/s11219-010-9094-7.

Anexo A.2. Reuniones internacionales

Hugo A. Mitre, Javier García Guzmán, Antonio de Amescua and Manuel Velasco.

Extension and use of GQM. **ISERN 2010 Meeting**. Department of Computer Science,
Carlos III University of Madrid.

Anexo A.3. Proyectos de investigación y becas

Proyecto 1. Acuerdo particular de colaboración para la realización de actividades de

I+D+i en el ámbito del "**Buen Gobierno de las Tecnologías de la Información**".

Duración: Enero 2008 – Diciembre 2008-01-30. Entidad Financiadora: ATOS
ORIGIN ESPAÑA.

**Proyecto 2. GPS: Plataforma de Gestión de Procesos Software: modelado,
reutilización y medición. Investigador Principal.** Duración: 2004-2007 (extendido

hasta junio de 2008). Financiado por: Plan Nacional de I+D+I, Ministerio de
Educación y Ciencia. Referencia: TIC2004-7083.

Beca 1. Ayudas predoctorales de Formación de Personal Investigador (FPI). Duración:

1 de Septiembre de 2006 – 31 de Agosto 2010, 48 meses. Referencia de la Ayuda:

BES-2006-13152, Referencia del proyecto: TIN2004-07083. Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN).

Anexo A.4. Estancia de investigación en EE.UU, Fraunhofer Center Maryland

CERTIFICADO DE REALIZACIÓN DE ESTANCIA BREVE

Apellidos, nombre:	Mitre Hernández, Hugo Arnoldo	NIF/NIE:	X6271103S
Referencia de la ayuda:	BES-2006-13152	Referencia del proyecto:	TIN2004-07083

ORGANISMO: University of Maryland
CENTRO: Fraunhofer Center Maryland
DEPARTAMENTO: Department of Computer Science
PAÍS: ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

El abajo firmante certifica que el/la investigador/a en formación a quien se refiere el presente documento ha permanecido en el centro de trabajo desde el día 1 de Febrero de 2009 hasta el día 31 de Mayo de 2009 (*)

Nombre y apellidos del firmante; Dr. Victor R. Basili

Cargo: Chief Scientist

Fecha: 1 de Junio de 2009

Victor R Basili

Firma y sello

(*) TO BE COMPLETED BY THE HOST RESEARCH DIRECTOR
The undersigned certifies that the scholar has remained in this centre from

**Fraunhofer Center-Maryland
University of Maryland
5825 University Research Court, Ste 1300
College Park, MD 20740-3822**

Figura A1: Certificado de la estancia de investigación firmada por el jefe de científicos

MEMORIA DESPUÉS DE FINALIZAR LA ESTANCIA BREVE

Apellidos, nombre:	Mitre Hernández, Hugo Arnoldo	NIF/NIE:	X6371103S
Referencia de la ayuda:	BES-2006-13152	Referencia del proyecto:	TIN2004-07083

MEMORIA DEL TRABAJO DESARROLLADO EN EL CENTRO RECEPTOR

Durante la estancia en el centro receptor se realizó una comparativa dos métodos: BOQM (Método Objetivo-Cuantificadores Balanceado, **B**alanced **O**bjective-**Q**uantifiers **M**ethod) y GQM+Strategies. Esto se realizó debido a su similitud. A partir de ello se definieron los puntos de mejora para ambos métodos. *Del método GQM+Strategies de Victor Basili et al. se detectaron y realizaron las siguientes mejoras: (1)* Incluir a Cuadro de Mando integral (CMI o BSC, Balanced Scorecard) en el proceso de aplicación de GQM+Strategies con el propósito de aumentar la utilización del método por altos cargos de organizaciones de software. *(2)* Adaptar roles dentro del proceso de medición para una buena distribución de trabajo en los procedimientos de recogida, almacenamiento, análisis, reporte de datos medibles. *(3)* Incluir una plantilla indicador para facilitar la aplicación de las prácticas de medición de iniciativas para mejora del proceso de software como CMMI, TSP, PSP, ISO 12207. *Del método BOQM de Hugo Mitre et al. se detectaron y realizaron las siguientes mejoras: (1)* Cambiar la perspectiva de los roles con nombres propios del método para facilitar la asignación de roles al momento de aplicar el método. *(2)* añadir contexto y asunciones como parte de los modelos operativos del método con el fin de facilitar la implementación del mismo. *(3)* Formalizar la definición de los objetivos estratégicos con la plantilla de objetivos de GQM+Strategies. *(4)* añadir algunas actividades del proceso de GQM+Strategies en BOQM para facilitar el los acuerdos de contrato y entrenamiento con la organización de software.

En College Park, Maryland, EE.UU a, 1 de Junio de 2009

(Lugar, fecha y firma)

Victor R. Basili

Figura A2: Memoria de la estancia de investigación firmada por firmada por el jefe de científicos

Anexo A.5. Proyectos fin de carrera dirigido por el autor en el contexto de esta tesis doctoral

David Romero Portal. *Asistente software para la realización de prácticas de gestión estratégica en organizaciones intensivas en desarrollo y mantenimiento de software.* Proyecto fin de carrera (Ingeniería Técnica en Informática de Gestión) presentado en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, 2008.

Anexo B

Ejemplos del método

AnexoB.1. Documentos para el método propuesto

CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN									
OBJETIVO DE MEJORA	Mejorar el rendimiento del programa y coste de los proyectos								
PREGUNTA	Los proyectos estan gastando el presupuesto planificado y cumplimiento con los objetivos del programa en tiempo?								
CATEGORIA DE INFORMACIÓN	Recursos y costes								
CONCEPTO	Rendimiento financiero								
PERSPECTIVA CMI	Perspectiva Financiera								
NOMBRE DEL INDICADOR									
Indice de eficiencia del programa y coste									
USUARIO(S) DE DIRECCIÓN de proyectos, Director TI									
INTERPRETACIÓN									
Este indicador muestra si los proyectos estan dentro del programa y dentro del coste deseados									
UNIDAD DE MEDICIÓN	CRITERIO DE DISECCIÓN			PERIODO			Analista de medición		
Varianza de eficiencia de coste o programa	Mínimo <div></div>	Medio <div></div>	Excelente <div></div>	Colección	Revisión	Reporte	Cada 3 Meses	Mensual	Bibliotecario de
	+/- 20%	+/- 15%	+/- 10%	Mensual					
ACCIONES SUGERIDAS									
Investigar si algún mes la tasa de eficiencia de coste o rendimiento supera el +-15%. Puede ser un problema de rendimiento del personal o problemas con el proceso de contabilidad									
MODELO DE ANÁLISIS									
FORMULAS									
Siglas	Nombre			FORMULAS					
IEP	Índice de Eficiencia de Programa			IEP = (CPTR-CPTP) / CPTP					
IEC	Índice de Eficiencia de Coste			IEC = (CPTR-CRTE) / CRTE					
MEDIDAS									
Siglas	Nombre	Recurso Electronico (BD, tool, .doc, .xls, ...) o de mano (Informes)	Proceso de colección y almacenamiento	Atributos por cada elemento de trabajo paquete/WBS	Escala	Tipo de escala	Unidad de medición		
CPTP o BCWS	Coste Presupuestado del Trabajo Programado (Ingles:BCWS, Budgeted Cost Work Scheduled)	Informe de Estimación de costos Original. InfEstCost.xls	Agrega todos los presupuestos para el trabajo en cada mes	Coste Presupuestado/Coste estimado por mes	0..Limite del presupuesto	Radio	Euros		
CPTR o BCWP	Coste Presupuestado del Trabajo Realizado (Ingles: BCWP, Budget Cost of Work Performed)	Informes de Costes de Contabilidad Periódicos. InfCostConPer.xls	añada todos los presupuestos para paquetes de trabajos programados para la terminación y en realidad completado en el mes (metodo de valos 0-100 %)	Coste presupuestado asociado con los gastos actuales	0..Limite del presupuesto	Radio	Euros		
CRTE o ACWP	Coste Real del Trabajo Realizado (Ingles: ACWP ,Actual Cost of Work Performed)	Informes de Costes de Contabilidad Periódicos. InfCostConPer.xls	añada todos los gastos reales para el mes	Desembolsos actuales por mes	0..*	Radio	Euros		
OBSERVACIONES									

Figura B1: Ejemplo de indicador de índice de eficiencia del programa y coste

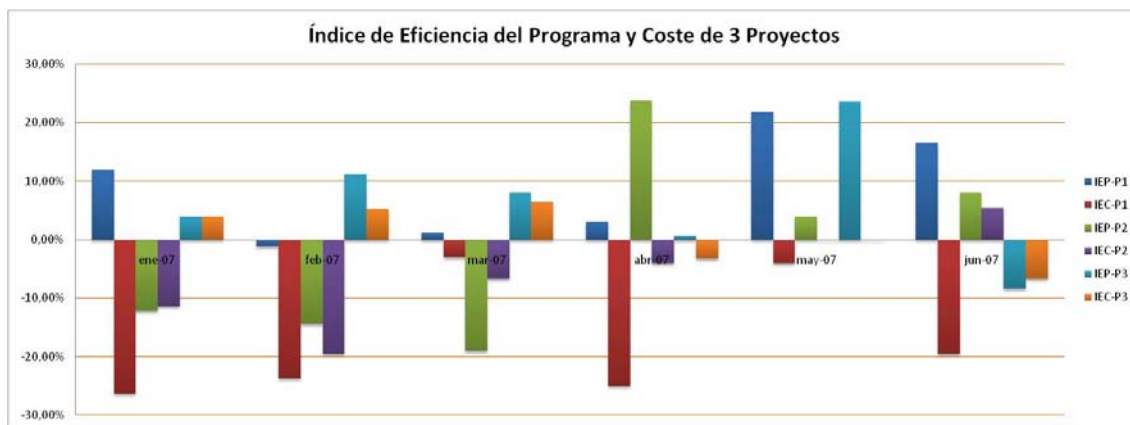


Figura B2: Ejemplo de indicador de índice de eficiencia del programa y coste

Anexo C

Documentos del asistente

AnexoC.1. Documentos BOQM utilizados en el asistente

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	[INSERTAR] CONSTRUCTOR								
2	CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN			ID de Medida	periodo de colección	Inicio de colección	Persona (s) comprometido(s) a facilitar los recursos	Recurso recibido SI/NO	BD de medición actualizada SI/NO
3									
4		Caracteres(50)		Lista Desplegable	Entero	DD-MM-AAAA	Caracteres	Lista	Lista
5									
6									
7	[MOSTRAR] CONSTRUCTOR								
8	CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN			ID de Medida	periodo de colección	Inicio de colección	Persona (s) comprometido(s) a facilitar los recursos	Recurso recibido SI/NO	BD de medición actualizada SI/NO
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Figura C1: Hoja “Insertar Constructor” del fichero “Catalogo de constructores de medicion para coleccion y almacenamiento_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P								
1	[INSERTAR] INDICADOR																							
2	NOMBRE DEL INDICADOR	La relación afecta al ID Indicador				La relación afecta al ID Indicador 2				La relación afecta al ID Indicador 3				La relación afecta al ID Indicador 4										
3		Periodo de colección																						
4		Inicio de colección																						
5	Caracteres		Caracteres(50)		DD-MM-AAA		Lista Desplegable		Lista Desplegable		Lista Desplegable		Caracteres(50)		Caracteres(50)		Entero							
6																								
7																								
8	[MOSTRAR] INDICADOR																							
9	NOMBRE DEL INDICADOR	La relación afecta al ID Indicador				La relación afecta al ID Indicador 2				La relación afecta al ID Indicador 3				La relación afecta al ID Indicador 4										
10		Periodo de colección																						
11		Inicio de colección																						
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								

Figura C2: Hoja “Insertar Indicador” del fichero “Catalogo de Indicadores con Modelo de Analisis y Estado_ADD-IN2.xlsx”.

	A	B	C	D
1	[INSERTAR] MEDIDA			
2	<i>Nombre de Medida</i>	<i>Siglas de la Medida</i>	<i>Recurso Electronico (BD, tool, .doc, xls, ...) o de mano (informes)</i>	<i>Proceso de colección y almacenamiento en la BD de Medición</i>
3				
4	Caracteres	Caracteres(10)	Caracteres	Caracteres
5				
6				
7	[MOSTRAR] MEDIDA			
8	<i>Nombre de Medida</i>	<i>Siglas de la Medida</i>	<i>Recurso Electronico (BD, tool, .doc, xls, ...) o de mano (informes)</i>	<i>Proceso de colección y almacenamiento en la BD de Medición</i>
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

Figura C3: Hoja “Insertar Medida” del fichero “Catalogo de constructores de medicion para colección y almacenamiento_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	[INSERTAR] CATALOGO DE OBJETIVOS DE MEJORA CON INDICADORES y RELACIONES CAUSA-EFECTO						
3	ID Objetivo de Mejora (OM)					ID Indicadores	
4							
5	Lista Desplegable					Lista Desplegable	
6							
7							
8	[MOSTRAR] CATALOGO DE OBJETIVOS DE MEJORA CON INDICADORES y RELACIONES CAUSA-EFECTO						
9	ID Objetivo de Mejora (OM)					ID Indicadores	
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Figura C4: Hoja “Insertar OM-IND” del fichero “Catalogo de OMs con Indicadores y Relaciones_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	[INSERTAR] CATALOGO RELACION OBJETIVO MEJORA - PREGUNTA - CMI										
2	ID Objetivo de Mejora					ID Pregunta				Perspectiva del CMI	
3										-	
4	Lista Desplegable					Lista Desplegable				Lista	
5											
6											
7	[MOSTRAR] CATALOGO RELACION OBJETIVO MEJORA - PREGUNTA - CMI										
8	ID Objetivo de Mejora					ID Pregunta				Perspectiva del CMI	
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Figura C5: Hoja “Insertar CAT-PREG-OM” del fichero “Catalogo Preguntas con Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E
1	[INSERTAR] PREGUNTA				
2	Pregunta				
3					
4	Caracteres				
5					
6					
7	[MOSTRAR] PREGUNTA				
8	Pregunta				
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Figura A6: Hoja “Insertar Pregunta” del fichero “Catalogo Preguntas con Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	[INSERTAR] Actividades por Responsable y Rol. Modelo Operativo 1									
2	ID RESPONSABLE		ID ROL		ID OE			ID ACTIVIDAD		
3										
4		Lista Desplegable		Lista Desplegable			Lista Desplegable		Lista Desplegable	
5										
6										
7	[MOSTRAR] Actividades por Responsable y Rol. Modelo Operativo 1									
8										
9	ID RESPONSABLE		ID ROL		ID OE			ID ACTIVIDAD		
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Figura C7: Hoja “Insertar ACT-ROL” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	[INSERTAR] ACTIVIDADES O ACCIONES DE MEJORA							
3	Descripción	Estado (Activo/Cerrado)	Peso (1-10)	Inicio	Fin	ID Actividad anterior	ID Actividad siguiente	Tipo
4								
5	Caracteres	Lista	Entero	DD-MM-AAAA	DD-MM-AAAA	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista
6								
7								
8	[MOSTRAR] ACTIVIDADES O ACCIONES DE MEJORA							
9	Descripción	Estado (Activo/Cerrado)	Peso (1-10)	Inicio	Fin	ID Actividad anterior	ID Actividad siguiente	Tipo
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								

Figura C8: Hoja “Insertar Actividades” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”

	A
1	{INSERTAR} RESPONSABLE
2	<i>Responsable</i>
3	
4	Caracteres
5	
6	
7	{MOSTRAR} RESPONSABLE
8	<i>Responsable</i>
9	
10	
11	
12	

Figura C9: Hoja “Insertar Responsable” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”

	A	B
1	{INSERTAR} ROL	
2	<i>Rol</i>	<i>Funciones</i>
3		
4	Caracteres	Texto
5		
6		
7	{MOSTRAR} ROL	
8	<i>Rol</i>	<i>Funciones</i>
9		
10		
11		
12		
13		

Figura C10: Hoja “Insertar Rol” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	[INSERTAR] TAREA								
2	Descripción	Producto de Entrada	Producto de Salida	Peso (1-10)	Inicio Previsto	Responsable Tarea	Tarea Anterior	Tarea Siguiente	Actividad a la que pertenece
3									
4	Caracteres	Caracteres	Caracteres	Entero	DD-MM-AAAA	Caracteres	Caracteres	Caracteres	Lista Desplegable
5									
6									
7	[MOSTRAR] TAREA								
8	Descripción	Producto de Entrada	Producto de Salida	Peso (1-10)	Inicio Previsto	Responsable Tarea	Tarea Anterior	Tarea Siguiente	Actividad a la que pertenece
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Figura C11: Hoja “Insertar Tarea” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	[INSERTAR] REPORTE CMI												
1							DD-MM-AAAA		DD-MM-AAAA				
2													
3		RESPONSABLE				Periodo de Reporte del CMI		Fin					
4		ID Objetivo Estratégico (OE)	Estado del OE	ID Objetivo de Mejora (OM)	Estado del OM	ID Indicador	Acciones sugeridas para mantener el indicador	ID Afecta al indicador	ID Afecta al indicador 2	ID Afecta al indicador 3	ID Afecta al indicador 4	Perspectiva del Cuadro de Mando Integral (CMI)	
5													
6		Lista Desplegable	Entero	Lista Desplegable	Entero	Lista Desplegable	Caracteres	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista Desplegable	
7													
8													
9													
10													
11													
12		[MOSTRAR] REPORTE CMI											
13		ID Objetivo Estratégico (OE)	Estado del OE	ID Objetivo de Mejora (OM)	Estado del OM	ID Indicador	Acciones sugeridas para mantener el indicador	ID Afecta al indicador	ID Afecta al indicador 2	ID Afecta al indicador 3	ID Afecta al indicador 4	Perspectiva del Cuadro de Mando	RESPONSABLE
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

Figura C11: Hoja “Insertar Reporte CMI” del fichero “CMI de Objetivos Estratégicos y Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	ENCUESTA DE USABILIDAD												
3	DIRIGIDA A:												Caracter(50)
4	¿Leyó la interpretación para conocer la relación del indicador con el objetivo de mejora?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
5													
6	¿Utilizo los modelos de análisis para ver el estado actual del indicador?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
7													
8	¿Uso el criterio de decisión para tomar acciones correctivas?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
9													
10	¿Baso sus acciones en las acciones sugeridas?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
11													
12	¿Utilizo la grafica para controlar las acciones?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
13													
14						Lista	Caracteres		Caracteres				
15													

Figura C12: Hoja “Encuesta Usabilidad” del fichero “Encuesta de Usabilidad y Contenido_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	ENCUESTA DE CONTENIDO												
3	DIRIGIDA A:					<i>Usuario de medición</i>							Caracter(50)
4	¿Las preguntas seleccionadas en los constructores de medición dieron respuestas al objetivo de mejora?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
5													
6	¿La interpretación fue lo bastante clara para entender la relación entre indicador y objetivo de mejora?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
7													
8	¿logro comprender el modelo de análisis como un estado actual del indicador y como este indicador afecta a otros?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
9													
10	¿Las acciones sugeridas contribuyeron a la toma de decisiones?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
11													
12	¿La grafica represento claramente los valores de las medidas y formulas?					SI/NO	¿Por qué no?		¿Qué sugiere?				
13													
14						Lista	Caracteres		Caracteres				
15													

Figura C13: Hoja “Encuesta Contenido” del fichero “Encuesta de Usabilidad y Contenido_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	[INSERTAR] PETICION DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN												
1													
2	ID DEL INDICADOR			Petición de información	Respuesta	Activo/cerrado	Nombre del solicitante	e-mail	ID Rol	Tiempo de respuesta en días	Inicio planificado	Fin planificado	Días Restantes
3													
4													
5	Lista Desplegable			Caracteres	Caracteres	Lista Desplegable	Caracteres(50)	Caracteres(50)	Lista Desplegable	Entero	DD-MM-AAAA	DD-MM-AAAA	Entero
6													
7													
8	[MOSTRAR] PETICION DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN												
9	ID DEL INDICADOR			Petición de información	Respuesta	Activo/cerrado	Nombre del solicitante	e-mail	ID Rol	Tiempo de respuesta en días	Inicio planificado	Fin planificado	Días Restantes
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Figura C14: Hoja “Peticion-Info-Medición” del fichero “Lista de peticiones de informacion de medicion_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	[INSERTAR] REPORTES A LOS USUARIOS DE INFORMACION											
2	ID DEL INDICADOR			Sit Enviar/Enviado	Nombre del Usuario de medición	Rol	E-mail	Mensaje	Fecha del proximo reporte	Dias Restantes	Inicio planificado de todos los reportes	Fin planificado de todos los reportes
3												
4				-					1-1-1900	-39793	1-1-1900	3-1-1900
5												
6												
7												
8	[MOSTRAR] REPORTES A LOS USUARIOS DE INFORMACION											
9	ID DEL INDICADOR			Sit Enviar/Enviado	Nombre del Usuario de medición	Rol	E-mail	Mensaje	Fecha del proximo reporte	Dias Restantes	Inicio planificado de todos los reportes	Fin planificado de todos los reportes
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												

Figura C15: Hoja “Reporte-Usuario-Medición” del fichero “Lista de reportes a los usuarios de información_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	[INSERTAR] ACTIVIDADES O ACCIONES DE MEJORA SOBRE EL MODELO OPERATIVO								
2	Descripción	Estado (Activo/Cerrado)	Peso (1-10)	Inicio	Fin	ID Actividad anterior	ID Actividad siguiente	ID Responsable	MO_Pertenece
3									
4	Caracteres	Lista	Entero	DD-MM-YYYY	DD-MM-YYYY	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista Desplegable	Lista Desplegable
5									
6									
7	[MOSTRAR] ACTIVIDADES O ACCIONES DE MEJORA SOBRE EL MODELO OPERATIVO								
8	Descripción	Estado (Activo/Cerrado)	Peso (1-10)	Inicio	Fin	ID Actividad anterior	ID Actividad siguiente	ID Responsable	MO_Pertenece
9									
10									
11									
12									
13									
14									

Figura C16: Hoja “Insertar-Actividad-MO” del fichero “Modelos Operativos_ADD-IN2.xlsx”

	A
1	{INSERTAR} RESPONSABLE
2	<i>Responsable</i>
3	
4	Caracteres
5	
6	
7	{MOSTRAR} RESPONSABLE
8	<i>Responsable</i>
9	
10	
11	

Figura C17: Hoja “Insertar-Responsable” del fichero “Modelos Operativos_ADD-IN2.xlsx”

	A	B
1	{INSERTAR} MODELO OPERATIVO	
2	<i>Modelo Operativo</i>	<i>Objetivo Estratégico Asociado</i>
3		
4	Caracteres	Lista Desplegable
5		
6		
7	{MOSTRAR} MODELO OPERATIVO	
8	<i>Modelo Operativo</i>	<i>Objetivo Estratégico Asociado</i>
9		
10		
11		
12		
13		

Figura C18: Hoja “Insertar-MO” del fichero “Modelos Operativos_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	[INSERTAR] OBJETIVO DE MEJORA									
1										
2		Objetivo de Mejora (OM)			<u>Prioridad (P1 menos importante- P5 mas importante)</u>	Fase del Proceso de Desarrollo software o Area de Proceso Software	Pertenece al OE	Inicio	Fin	Tiempo
3										
4		Caracteres			Caracteres 2	Caracteres 50	Lista Desplegable	DD-MM-YYYY	DD-MM-YYYY	Entero
5										
6										
7	[MOSTRAR] OBJETIVO DE MEJORA									
8		Objetivo de Mejora (OM)			<u>Prioridad (P1 menos importante- P5 mas importante)</u>	Fase del Proceso de Desarrollo software o Area de Proceso Software	Pertenece al OE	Inicio	Fin	Tiempo
9										
10										
11										
12										

Figura C19: Hoja “Insertar-OM” del fichero “Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	[INSERTAR] Objetivo Estratégico									
2	Objetivo estratégico (OE)							Inicio	Fin	Tiempo
3										
4	Caracteres							DD-MM-YYYY	DD-MM-YYYY	Entero (Meses)
5										
6										
7	[MOSTRAR] Objetivo Estratégico									
8	Objetivo estratégico (OE)							Inicio	Fin	Tiempo
9										
10										
11										
12										

Figura C20: Hoja “Insertar-OE” del fichero “Objetivos Estrategicos_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	[INSERTAR] Visión y Misión									
2	Visión					Misión				
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21	Caracteres					Caracteres				
22										
23										
24	[MOSTRAR] Visión y Misión									
25	Visión					Misión				
26										
27										
28										
29										
30										

Figura C21: Hoja “Insertar-Vi-Mi” del fichero “Vision y Mision_ADD-IN2.xlsx”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y					
1	[INSERTAR] Puntos fuertes y debiles del contexto interno y externo																													
2	Estructura Organizacional					Infraestructura Tecnológica					Experiencias de iniciativas de mejoras introducidas, y descripción de la actual					Estado Actual de la industria local de software					Estado Actual del mercado local de software									
3																														
4	Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad			
5																														
6																														
7																														
8																														
9	Caracteres		Caracteres			Entero		Caracteres		Caracteres			Entero		Caracteres		Caracteres			Entero		Caracteres		Caracteres			Entero			
10																														
11																														
12																														
13																														
14	[MOSTRAR] Puntos fuertes y debiles del contexto interno y externo																													
15	Estructura Organizacional					Infraestructura Tecnológica					Experiencias de iniciativas de mejoras introducidas, y descripción de la actual					Estado Actual de la industria local de software					Estado Actual del mercado local de software									
16																														
17	Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad		Punto Fuerte		Punto débil			Prioridad			
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														

Figura C22: Hoja “Insertar-PF-PD” del fichero “Puntos fuertes y debiles del contexto interno y externo_ADD-IN2.xlsx”


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4		SELECCIÓN DEL CONSTRUCTOR DE MEDICIÓN							
5		OBJETIVO DE MEJORA							
6		CATEGORIA DE INFORMACIÓN							
7		CONCEPTO MEDIBLE							
8		PREGUNTA							
9		PERSPECTIVA CMI							
10		INDICADOR							
11		USUARIO(S) DE MEDICIÓN							
12		INTERPRETACIÓN							
13									
14		UNIDAD DE MEDICIÓN	CRITERIO DE DECISIÓN			PERIODO			Analista de medición
15			Minimo 	Medio 	Excelente 	Colección	Revisión	Reporte	
16			-	-	-	-	-	-	Bibliotecario de medición
17									
18		ACCIONES SUGERIDAS							
19									
20		MODELO DE ANÁLISIS							
21									
22		FORMULAS							
23		Siglas	Nombre			FORMULAS			
24		-	-			-			
25		-	-			-			
26		-	-			-			
27		MEDIDAS							
28		Siglas	Nombre	Recurso Electronico (BD, tool, .doc, .xls, ...) o de mano (Informes)	Proceso de colección y almacenamiento	Atributos	Escala	Tipo de escala	Unidad de medición
29		-	-	-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	-	-	-	-	-
31		-	-	-	-	-	-	-	-
32		-	-	-	-	-	-	-	-
33		OBSERVACIONES							
34									

Figura C23: Hoja “Selección Constructor Medicion” del fichero
 “Seleccion_CM_CON_BD_AUTO_ADD2.xlsx”

Anexo D

Prototipo del asistente

D.1.	PROTOTIPO DEL ASISTENTE	233
D.1.1	Planificación y seguimiento del asistente	233
D.1.2	Diseño y desarrollo de la base de datos.....	234
D.1.2.1	Diseño y desarrollo de la BD para el seguimiento del proceso BOQM.....	235
D.1.2.2	Diseño y desarrollo de la BD para los constructores de medición	240
D.1.2.3	Diseño y desarrollo de la BD para el proceso de medición y productos de trabajo de la gestión estratégica	246
D.1.3	Diseño y generación de documentos XML de los productos de trabajo de BOQM	257
D.1.3.1	Preparación de la Base de Datos.....	257
D.1.3.2	Desarrollo de los scripts para generar documentos XML	257
D.1.4	Diseño y desarrollo del componente Excel para la gestión de productos de trabajo BOQM.....	259
D.1.4.1	Requerimientos tecnológicos y preparación	259
D.1.4.2	Desarrollo de la barra de herramientas.....	260
D.1.4.3	Extracción e inserción de datos en Excel	263
D.1.4.4	Automatización de las consultas.....	263
D.1.4.5	Conexión con la base de datos SQL	264
D.1.5	Manual de usuario del componente	268

D.1.PROTOTIPO DEL ASISTENTE

En este capítulo se realiza una descripción de la planificación, diseño y desarrollo del prototipo del asistente para dar soporte a BOQM. El asistente tiene como propósito facilitar uso de la información generada por los roles intervinientes en el proceso de BOQM.

D.1.1 Planificación y seguimiento del asistente

Habiendo terminado una primera versión del método BOQM se creó un proyecto fin de carrera con la finalidad de diseñar y desarrollar un asistente que diera soporte a la gestión de BOQM. La estructura desglosada del plan se puede apreciar en la figura D.1.

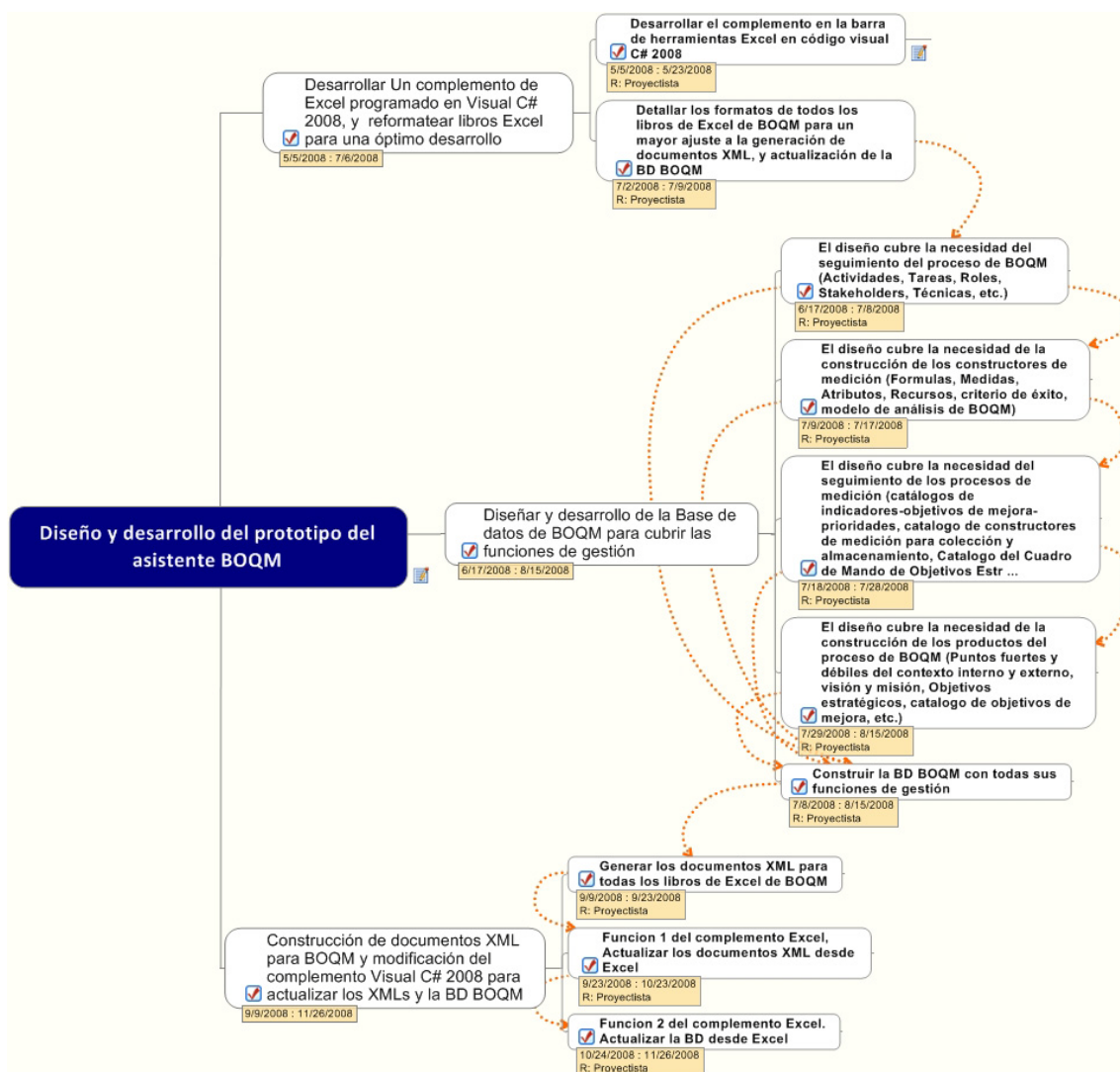


Figura D.1: Estructura desglosada del trabajo del prototipo del asistente BOQM

El tiempo aproximado para la liberación del prototipo del asistente fue de aproximadamente 180 días trabajados, son 102 días del 5-mayo-2008 al 15-Agosto-2008 y 78 días del 9-Septiembre-2008 al 26-Noviembre-2008. Las principales actividades del WBS (Work Breakdown Structure) que aparecen en la figura 4.1 se describen a continuación:

- **Diseño y desarrollo de la base de datos de BOQM para cubrir las necesidades de gestión.** En esta actividad se requirió el análisis de todos los documentos Excel que intervinieron en el proceso BOQM (todo el anexo C). Tras el análisis de cada libro del proceso de BOQM se trató de encontrar la mejor manera de almacenar y relacionar los datos, para ello se realizaron reuniones periódicas (semanal) con el proyectista para comprobar que el diseño y desarrollo cubría todos los requerimientos de gestión de BOQM en la BD. El desarrollo de la BD fue en SQL Server 2005 del cual se realizaron continuos respaldos en caso de una posible pérdida de datos o fallo.
- **Desarrollo del complemento en la barra de herramientas Excel en código C#.** en esta actividad se realiza un pequeño programa que escribe datos en una hoja de Excel y que es activado desde un botón (Evento) incrustado en una nueva barra programada para el complemento Excel. Este primer contacto nos permite corregir información en el formato de los libros de BOQM (productos de trabajo) de tal modo que se puedan explotar al máximo las posibilidades que nos ofrece el desarrollo en C#.NET.
- **Construcción de los documentos XML para BOQM y modificación del complemento Visual C# 2008 para actualizar los documentos XML y la BD BOQM.** El complemento (add-in) creado para Excel es modificado para ofrecer la funcionalidad necesaria para almacenar y mostrar datos de la BD. Después de haber conseguido el paso anterior, lo siguiente es hacer que los datos sean lo más portable posible, para ello se crean unos scripts y unas plantillas que generan documentos XML a partir de las mismas consultas empleadas en la lectura de datos de los libros de “productos de trabajo” de BOQM.

D.1.2 Diseño y desarrollo de la base de datos

El desarrollo de la BD de BOQM se realizó bajo con las siguientes características tecnológicas.

- El sistema operativo “Microsoft Windows 2003 server, enterprise edition”
- “Microsoft SQL Server 2005” junto con la herramienta “SQL Server Management Studio” actualizados a la “versión 9.0.12”
- “Microsoft .NET Framework versión 2.0.5”.
- Para que la BD acepte peticiones externas de consulta se ha cambiado su configuración para aceptar peticiones vía IP con autenticación SQL Server por el puerto 1433 (Puerto definido por defecto para tal función). Estas modificaciones han sido realizadas con el “SQL Server Configuration Manager” incluido como herramienta de MS SQL Server 2005.

El diseño de la base de datos se basó fundamentalmente en las siguientes necesidades de gestión.

- **Seguimiento del proceso de BOQM.** Para dar seguimiento a BOQM es necesario diseñar el repositorio de tal forma que almacene roles, tareas, actividades, técnicas, entre otros tipos de responsables.
- **Formulación de constructores de medición y modelo de análisis de BOQM.** En este diseño intervienen directamente los campos del constructor de medición como las categorías de información, conceptos medibles, medidas, formulas, preguntas, relaciones causa-efecto (impactos) de los cuales también forman parte del modelo de análisis de BOQM.
- **Seguimiento del proceso de medición y generación de los productos de trabajo.** Respecto al seguimiento del proceso de medición se diseña el almacenamiento de catálogos de constructores de medición, catálogos de objetivos de mejora, reporte de cuadro de mando integral con sus objetivos estratégicos, objetivos de mejora y constructores de medición, Listas de peticiones de información de medición, lista de reportes a los usuarios de medición, encuestas de usabilidad y contenido a los usuarios de medición. También otros productos de trabajo relacionados con la gestión estratégica son considerados para el diseño de la BD, tales como la misión y visión, los modelos operativos y los puntos fuertes y débiles del análisis interno y externo.

D.1.2.1 Diseño y desarrollo de la BD para el seguimiento del proceso BOQM

Para la necesidad de gestión del seguimiento del proceso BOQM se han creado los siguientes almacenes de los que se especifican sus campos, tipo de datos, relaciones con otros almacenes y documento BOQM con el que se inserta la información a la BD. A continuación, se presentan las tablas de SQL relacionadas con el seguimiento del proceso BOQM.

- **Roles:** tabla con los datos de los diferentes roles existentes en el proyecto (véase la tabla D.1). Está relacionado con las tablas “Responsable_Rol_MO” y “Stakeholders”. Su documento de inserción y consulta es (Figura C17, Anexo C) al hoja “Insertar-Responsable” del fichero “Modelos Operativos_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.1 Tabla de SQL roles

Roles	
Campos	Tipos de datos
ID_Rol	Int
Rol	char(300)
Funciones	Text

- **Tareas:** Contiene los datos de referentes a cada parte de una actividad (véase la tabla D.2). Está relacionado la tabla “Actividades”, la relación es de tipo muchos a uno ya que cada actividad está compuesta de varias tareas. A su vez está relacionado con el almacén “Técnicas” ya que cada actividad se realiza con una técnica, la relación es 1 es a 1. Su documento de inserción y consulta es (ver Figura C11, Anexo C) la hoja “Insertar Tarea” del fichero “cheklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.2 Tabla de SQL tareas

Tareas	
Campos	Tipos de datos
Descripcion	Text
Estado	Smallint
Peso	Smaillint
InicioP	Datetime
FinP	Datetime
IncioR	Datetime
FinR	Datetime
Responsable	char(200)
Rol	char(300)
TareaAnterior	char(200)
TareaSiguiente	char(200)
ProdEntrada	char(150)
ProdSalida	char(150)
Fase	char(20)
Tecnica	nchar(400)
ID_tar	Int
FK_ID_Tec	Int
FK_Act	Int

- **Actividades:** Contiene información referente a las actividades que componen el proyecto y está relacionado consigo mismo (actividad siguiente y anterior) (véase la tabla D.3). Su documento de inserción y consulta es (Figura C8, Anexo C) la hoja “Insertar Actividades” del fichero “cheklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.3 tabla de SQL actividades

Actividades	
Campos	Tipos de datos
ID_Act	Int
Nombre	char(300)
Descripcion	varchar(MAX)
Tecnicas	varchar(MAX)
Fase	char(20)
FK_ID_tar	Int
Estado	char(10)
Peso	Int
Inicio	Datetime
Fin	Datetime
FK_Act_Siguiente	Int
FK_Act_Anterior	Int
Tipo_actividad	varchar(50)

- **Técnicas:** Contiene los datos de las técnicas empleadas en una tarea (véase la tabla D.4).

Tabla D.4 tabla de SQL técnicas

Técnicas	
Campos	Tipos de datos
Descripcion	Text
Título	char(300)
Referencias	Text
ID_Tec	Int

- **Stakeholders:** Contiene los datos del personal que participa en la actividad de la gestión del proyecto (véase la tabla D.5).

Tabla D.5 tabla de SQL stakeholders

Stakeholders	
Campos	Tipos de datos
Nombre	char(200)
Edad	Smallint
Habilidades	Text
Rol	nchar(300)
FK_ID_Rol	Int
ID_Sta	Int

- **Responsable_rol_MO:** Es una tabla intermedia, relaciona las tablas “Rol”, “Modelo operativo”, “Objetivo Estratégico” y les asigna un responsable (véase la tabla D.6). Sus documentos de inserción y consulta son (Figura C7, Anexo C) la hoja “Insertar ACT-ROL” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx” y (Figura C9, Anexo C) la hoja “Insertar Responsable” del fichero “checklist de actividades por responsable en MO_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.6 tabla de SQL Responsable_rol_MO

Responsable_rol_MO	
Campos	Tipos de datos
ID_Responsable	Int
Responsable	varchar(50)
FK_Rol	Int
FK_Mision_Vision	Int
FK_Objetivo_Estrategico	Int
FK_Actividad_Asociada	Int

Las relaciones entre las tablas SQL mencionadas y relacionadas con la sección de seguimiento del proceso BOQM, se pueden apreciar en la figura D.1.

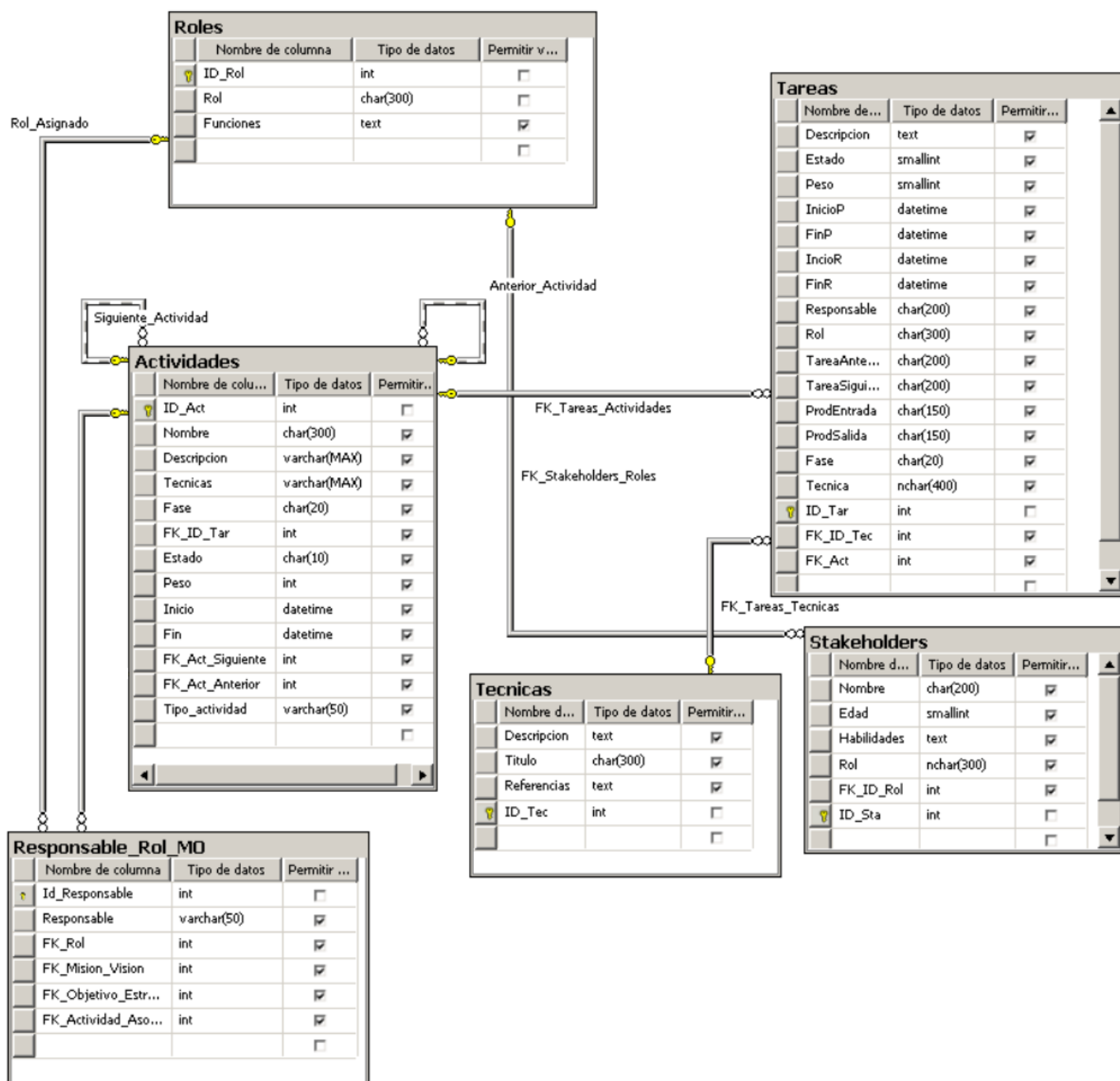


Figura D.1: BD Sección de seguimiento proceso BOQM

D.1.2.2 Diseño y desarrollo de la BD para los constructores de medición

Para la necesidad de formulación de los constructores de medición se ha creado la siguiente relación de tablas de SQL (véase la figura D.2) en los que se especifican sus campos, tipo de datos, relaciones. A continuación, se detallan dichas tablas.

- **Constructor_Medicion:** Esta tabla contiene todos los datos referentes a los responsables de la medición (Analista, Bibliotecario) y está relacionada con las tablas “Constructor_Formula” y “Constructor_Medida” a través de las tablas “Relación_Formulas” y “Relacion_Medidas” que son necesarias por su naturaleza de la relación que es “n es a n” (véase la tabla 4.7). Su documento de inserción y consulta es (Figura C1, Anexo C), específicamente la hoja “Insertar Constructor” del fichero “Catalogo de constructores de medicion para colección y almacenamiento_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.7 tabla de SQL Constructor_Medición

Constructor_Medicion	
Campos	Tipos de datos
ID_Constructor	Int
Nombre_Constructor	varchar(50)
FK_Indicador_Asociado	Int
Usuario_Medicion	varchar(50)
Analista	varchar(50)
Bibliotecario	varchar(50)
Interpretacion	varchar(MAX)
Unidad_Medicion	varchar(50)
Acciones_Sugeridas	varchar(MAX)
Relacion_Causa_Efecto	varchar(MAX)
Observaciones	varchar(MAX)

- **Constructor_Formula:** Almacena la información de las fórmulas de medición (véase la tabla D.8).

Tabla D.8 tabla de SQL Constructor_Formula

Constructor_Formula	
Campos	Tipos de datos
ID_Formula	Int
Siglas	char(10)
Nombre	varchar(50)
Formula	Text

- **Relación Fórmulas:** Tabla intermedia, está relacionada con “Constructor_Medicion” y con “Constructor-Formula”, guarda los identificadores de las dos tablas anteriores para relacionarlas de manera “n” es a “n” (véase la tabla D.9). Estas relaciones son porque una fórmula puede ser utilizada por distintos constructores de medición y a su vez cada constructor de medición puede emplear varias fórmulas.

Tabla D.9 tabla de SQL Relación_Formulas

Relacion_Formulas	
Campos	Tipos de datos
ID_Relacion	Int
FK_Constructor	Int
FK_Formula	Int

- **Constructor_Medida:** Almacena los datos referentes a las medidas empleadas en el constructor de medición (véase la tabla D.10). Su documento de inserción y consulta es (figura C3, Anexo C) la hoja “Insertar Medida” del fichero “Catalogo de constructores de medición para la colección y almacenamiento_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.10 tabla de SQL Constructor_Medida

Constructor_Medida	
Campos	Tipos de datos
ID_Medida	Int
Nombre	varchar(MAX)
Siglas	char(10)
Recurso	varchar(MAX)
Proceso_C_A	varchar(MAX)
Atributos	varchar(MAX)
Escala	varchar(50)
Tipo_Escala	varchar(50)
Unidad_Medida	varchar(50)

- **Relación_Medidas:** Tabla intermedia, está relacionada con las tablas “Constructor_Medición” y “Constructor_Medida”, almacena los identificadores de las tablas anteriores permitiendo establecer la relación “n” es a “n” (véase la tabla D.11). Esta relación se debe a que una medida puede utilizarse en varios constructores de medición y a su vez los constructores de medición pueden utilizar varias medidas.

Tabla D.11 tabla de SQL Relación_Medidas

Relacion_Medidas	
Campos	Tipos de datos
ID_Relacion	Int
FK_Constructor	Int
FK_Medida	Int

- **Valor_Medida:** Almacena los resultados de una medición aplicada en relación a una medida, por ello que esta tabla está relacionada con la tabla de “Constructor_Medida” en relación “n” es a “1” es decir, varios resultados de medición tomadas en relación a una misma medida (véase la tabla 4.12).

Tabla D.12 tabla de SQL Valor_Medida

Valor_Medida	
Campos	Tipos de datos
ID_Valor	Int
Valor	varchar(50)
Fecha_Medicion	Datetime
FK_CM_a_VM	Int

- **Constructor_Pregunta:** Almacena los datos de las preguntas sobre una determinada medida, por ello está relacionada con las tablas de “Constructor_Medida” y “Catalogo_Preguntas” (véase la tabla D.13). Su documento de inserción es (Figura A6 Anexo 7.2) la hoja “Insertar Pregunta” del fichero “Catalogo Preguntas con Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.13 tabla de SQL Constructor_Pregunta

Constructor_Pregunta	
Campos	Tipos de datos
ID_Pregunta	Int
Pregunta	varchar(MAX)
FK_Medida	Int

- **Catalogo_Preguntas:** Tabla intermedia que contiene los identificadores de las tablas de “Constructor_Pregunta” y “Objetivo_Mejora”, permite almacenar las preguntas relacionadas con los OM asociadas a una perspectiva del CMI en relación “n” es a “n” (véase la tabla D.14). Su documento de inserción y consulta es (Figura C5, Anexo C) la hoja “Insertar CAT-PREG-OM” del fichero “Catalogo Preguntas con Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.14 tabla de SQL Catalogo_Preguntas

Catalogo_Preguntas	
Campos	Tipos de datos
ID_Cat_Pregunta	Int
FK_Objetivo_Mejora	Int
FK_Pregunta	Int
Perspectiva_CMI	carchar(50)

- **Constructor_Concepto_Medible:** Almacena el concepto medible y lo relaciona a una categoría y un impacto (véase la tabla D.15). Por lo anterior, esta tabla está relacionada con las tablas de “Constructor_Categoría” y “Constructor_Impacto”.

Tabla D.15 tabla de SQL Constructor_Concepro_Medible

Constructor_Concepto_Medible	
Campos	Tipos de datos
ID_Concepto_Medible	Int
Nombre_Concepto	varchar(50)
Perspectiva_BSC	varchar(50)
FK_Pregunta	Int
FK_Impacta_En	Int
FK_Pertenece_Categoria	Int

- **Constructor_Categoría:** Almacena las categorías de conceptos medibles y está relacionado con la tabla “Constructor_Impacto” (véase la tabla D.16). Esto posibilita la relación “Categoría impacta”.

Tabla D.16 tabla de SQL Constructor_Categoria

Constructor_Categoria	
Campos	Tipos de datos
ID_Categoria	Int
Nombre	varchar(50)
FK_Impacta_En	Int

- **Constructor_Impacto:** Almacena el texto referente a los impactos y está relacionado con las tablas de “Constructor_Categoría” y “Constructor_Concepto_Medible” (véase la tabla D.17). De este modo se hace posible establecer las relaciones impacto afecta a categoría y a su vez impacto afecta a concepto medible.

Tabla D.17 tabla de SQL Constructor_Impacto

Constructor_Impacto	
Campos	Tipos de datos
ID_Impacto	Int
Texto_Impacto	varchar(MAX)
FK_Categoria_Impacto	Int
FK_Concepto_Impacto	Int

Para apreciar la completitud de las relaciones de las tablas, sus campos y atributos que representan la formulación de constructores de medición véase la figura D.2.

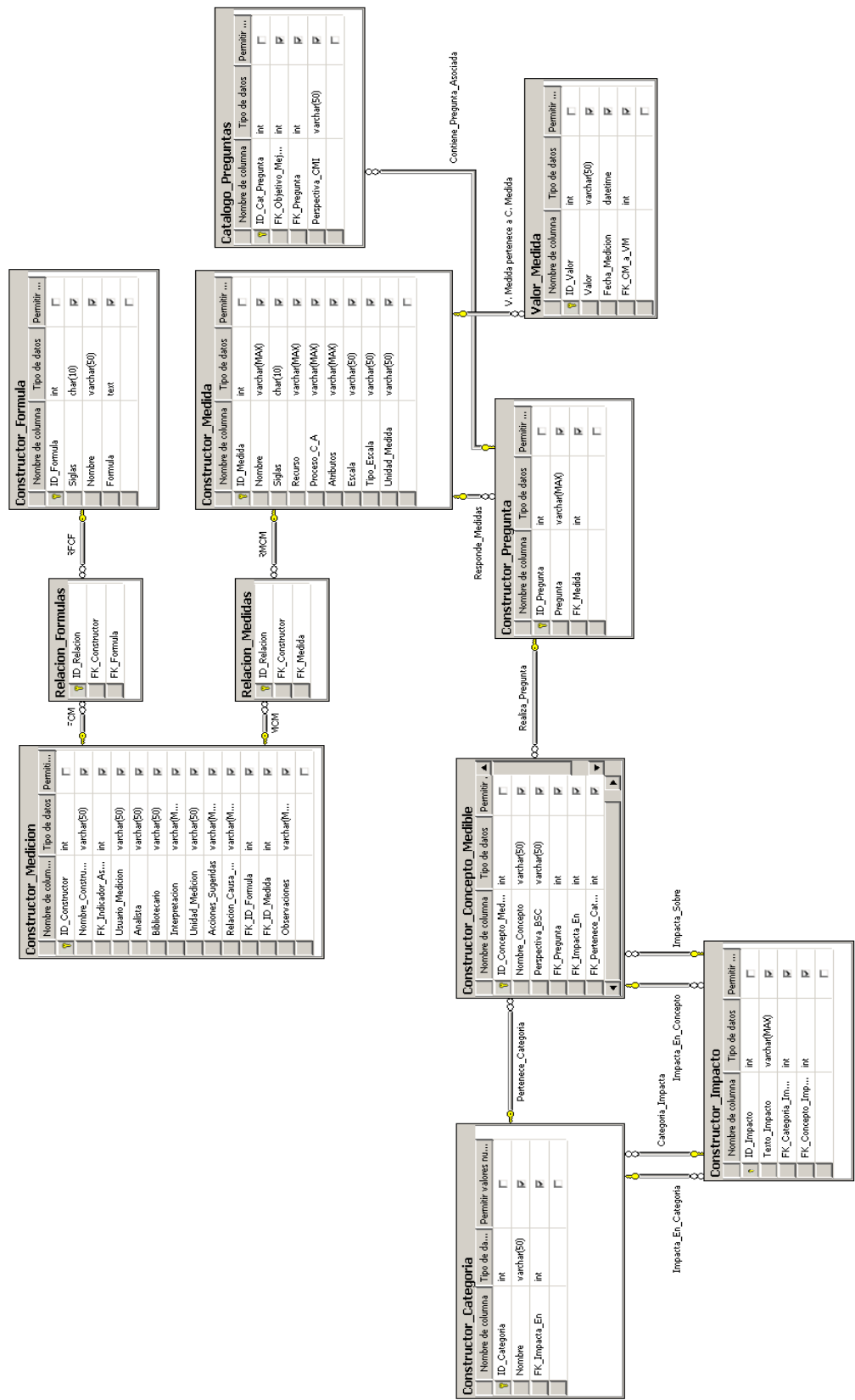


Figura D.2: BD Sección de formulación de constructores de medición

D.1.2.3 Diseño y desarrollo de la BD para el proceso de medición y productos de trabajo de la gestión estratégica

Para la necesidad de formulación del seguimiento del proceso de medición y los otros productos de trabajo referentes a la gestión estratégica, se ha creado la siguiente relación de tablas de SQL (véase la figura D.3 y D.4) en los que se especifican sus campos, tipo de datos, relaciones, entre otros datos. A continuación, se detallan dichas tablas.

- **Catalogo_Indicadores:** Contiene la información a nivel global referente a indicadores (constructores de medición) tales como los criterios y las relaciones con otros indicadores (véase la tabla D.18). Está relacionado consigo mismo ya que un indicador puede impactar sobre otro indicador. Su documento de inserción y consulta es (Figura C2, Anexo C) la hoja “Insertar Constructor” del fichero “Catalogo de constructores de medición para colección y almacenamiento_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.18 tabla de SQL Catalogo_Indicadores

Catalogo_Indicadores	
Campos	Tipos de datos
ID_Cat_Indicador	Int
Nombre	varchar(MAX)
Periodo_Coleccion	Datetime
Inicio_Coleccion	Datetime
Relacion_Afecta_Indicador	Int
Descripcion_relacion	varchar(MAX)
Modelo_Analisis	varchar(50)
Criterio_Minimo	varchar(MAX)
Criterio_Medio	varchar(MAX)
Criterio_Máximo	varchar(MAX)
Valor_Indicador_Actual	varchar(50)
Valor_Estado	varchar(50)
Periodo_Revision	varchar(50)
Periodo_Reporte	varchar(50)
Relación_Afecta_Indicador2	Int
Relación_Afecta_Indicador3	Int
Relación_Afecta_Indicador4	Int

- **Objetivo_Mejora:** Almacena los datos referentes a los objetivos de mejora que busca la empresa para alcanzar los objetivos estratégicos (véase la tabla D.19). Está relacionada con la tabla de “ObjetivosEstrategicos”. Su

documento de inserción y consulta es (Figura C19, Anexo C) la hoja “Insertar-OM” del fichero “Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.19 tabla de SQL Objetivo_Mejora

Objetivo_Mejora	
Campos	Tipos de datos
ID_Objetivo	Int
Objetivo_Mejora	varchar(MAX)
Prioridad	varchar(50)
Area_De_Proceso	varchar(50)
Fase_Del_Ciclo_Vida	varchar(50)
FK_Pertenece_OE	Int
Inicio	Datetime
Fin	Datetime
Tiempo	Int

- **Catalogo_Objeticos_Mejora:** Tabla intermedia que permite relacionar las tablas de “Catalogo_Indicadores” y “Objetivo_Mejora”, como “n” es a “n” guardando sus identificadores (véase la tabla D.20).

Tabla D.20 tabla de SQL Catalogo_Objeticos_Mejora

Catalogo_Objeticos_Mejora	
Campos	Tipos de datos
ID_Objetivo_Mejora	Int
FK_Objetivo	Int
FK_Indicador	Int

- **Catalogo_Constructores_Medicion:** Tabla que permite almacenar una relación de constructores de medición en función de periodos de colección (véase la tabla D.21). Está relacionado con la tabla de “Constructores_Medicion”.

Tabla D.21 tabla de SQL Catalogo_Constructores_Medición

Catalogo_Constructores_Medicion	
Campos	Tipos de datos
ID_Cat_Constructor	Int
FK_Constructor_Medicion	Int
Periodo_Coleccion	Int
Inicio_Coleccion	Datetime
Recurso_Recibido	char(10)
BD_Actualizada	char(10)

- **Reporte_CMI_OE_OM_IND:** Contiene los datos de un reporte que relaciona los objetivos de mejora, los objetivos estratégicos y los indicadores (constructores de medición), por tanto esta tabla está relacionada con las tablas correspondientes al listado anterior (véase la tabla D.22). Su documento de inserción y consulta es (Figura C11 Anexo C) la hoja “Insertar Reporte CMI” del fichero “CMI de Objetivos Estratégicos y Objetivos de Mejora_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.22 tabla de SQL Reporte_CMI_OE_OM_IND

Reporte_CMI_OE_OM_IND	
Campos	Tipos de datos
ID_Revisado	Int
FK_OE	Int
Estado_OE	int
FK_OM	int
Estado_OM	int
FK_Indicador	int
Estado_Indicador	int
Accion_Sugerida	varchar(MAX)
FK_Indicador_Afectado	int
Perspectiva_CMI	varchar(50)
Responsable	varchar(MAX)
Inicio_R	datetime
Fin_R	datetime
FK_Indicador_Afectado2	int
FK_Indicador_Afectado3	int
FK_Indicador_Afectado4	int

- **Catalogo_CMI_OE_IND:** Contiene los datos que catalogan por periodos los datos pertenecientes a los reportes, por lo tanto, este almacén está relacionado con el de “Reporte_CMI_OE_OM_IND” (véase la tabla D.23).

Tabla D.23 tabla de SQL Catalogo_CMI_OE_IND

Catalogo_CMI_OE_IND	
Campos	Tipos de datos
ID_Informe	int
Responsable	varchar(50)
Periodo	int
Fin	datetime
FK_Informe_Revisado	Int

- **ObjetivosEstrategicos:** Tabla de los datos de objetivos estratégicos, recoge su objetivo en relación a un periodo (véase la tabla D.24). Su documento de inserción y consulta es (Figura C20, Anexo C) la hoja “Insertar-OE” del fichero “Objetivos Estrategicos_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.24 tabla de SQL ObjetivosEstrategicos

ObjetivosEstrategicos	
Campos	Tipos de datos
ID_OE	Int
ObjetivoEstrategico	varchar(MAX)
Inicio	Datetime
Fin	Datetime
Tiempo	nchar(15)

- **Encuesta_Usabilidad:** Tabla de datos de la encuesta de usabilidad de la información de medición dirigida a sus usuarios de medición (véase la tabla D.25). Su documento de inserción y consulta es (Figura C12, Anexo C) la hoja “Encuesta Usabilidad” del fichero “Encuesta de Usabilidad y Contenido_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.25 tabla de SQL Encuesta_Usabilidad

Encuesta_Usabilidad	
Campos	Tipos de datos
ID_Encuesta_U	Int
Autor	varchar(50)
Pregunta_1_SN	char(10)
Pregunta_1_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_1_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_2_SN	char(10)
Pregunta_2_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_2_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_3_SN	char(10)
Pregunta_3_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_3_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_4_SN	char(10)
Pregunta_4_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_4_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_5_SN	char(10)
Pregunta_5_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_5_Sugerencia	varchar(MAX)

- **Encuesta_Contenido:** Tabla de datos de dicha encuesta de contenido de los constructores de medición dirigida a los usuarios de medición (véase la tabla D.26). Su documento de inserción y consulta es (Figura C13, Anexo C) la hoja “Encuesta Usabilidad” del fichero “Encuesta de Usabilidad y Contenido_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.26 tabla de SQL Encuestas_Contenido

Encuesta_Contenido	
Campos	Tipos de datos
ID_Encuesta_C	Int
Autor	varchar(50)
Pregunta_1_SN	char(10)
Pregunta_1_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_1_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_2_SN	char(10)
Pregunta_2_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_2_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_3_SN	char(10)
Pregunta_3_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_3_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_4_SN	char(10)
Pregunta_4_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_4_Sugerencia	varchar(MAX)
Pregunta_5_SN	char(10)
Pregunta_5_Por_Que	varchar(MAX)
Pregunta_5_Sugerencia	varchar(MAX)

- **Lista_Peticion_Info_Medicion:** Tabla que recoge los datos de peticiones de información de medición (véase la tabla D.27). Esta tabla está relacionada con las tablas de “Catalogo_Indicadores” y con “Roles” ya que la información solicitada es en base a un indicador y se debe conocer el rol del solicitante. Su documento de inserción y consulta es (Figura C14, Anexo C) la hoja “Peticion-Info-Medicion” del fichero “Lista de peticiones de información de medicion_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.27 tabla de SQL Lista_Peticion_Info_Medicion

Lista_Peticion_Info_Medicion	
Campos	Tipos de datos
ID_Peticion_Info	Int
FK_Nombre_Indicador	Int
Peticion_Info	varchar(MAX)
Respuesta	varchar(MAX)
Activo_Cerrado	char(10)
Nombre_Solicitante	varchar(50)
E_mail_Solicitante	varchar(50)
FK_Rol_Solicitante	int
Tiempo_Respuesta	int
Inicio_Planificado	datetime
Fin_Planificado	datetime
Dias_Restantes	int

- **Lista_Reportes_Usuarios_Medicion:** En este caso, la tabla guarda los reportes de los usuarios de medición (véase la tabla D.28). Esta tabla está relacionada con las tablas de “Catalogo_Indicadores” y “Roles” ya que el reporte se referirá a un indicador y se necesita la información del rol asociado al usuario. Su documento de inserción y consulta es (Figura C15, Anexo C) la hoja “Peticion-Info-Medicion” del fichero “Lista de peticiones de información de medicion_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.28 tabla de SQL Lista_Reportes_Usuarios_Medicion

Lista_Reportes_Usuarios_Medicion	
Campos	Tipos de datos
ID_Reporte_Usuario	Int
FK_Nombre_Indicador	Int
SinEnviar_Enviado	char(10)
Nombre_Usuario	varchar(50)
FK_Rol	Int
E-Mail	varchar(50)
Mensaje	varchar(MAX)
Fecha_Proximo_Reporte	Datetime
Dias_Restantes	Int
Inicio_Planificador	Datetime
Fin_Planificado	Datetime

- **Visión_Misión:** Almacena los datos de la visión y misión de la empresa a los que se vincularán los objetivos de la misma (véase la tabla D.29). Su documento de inserción y consulta es (Figura C21, Anexo C) la hoja “Insertar-Vi_Mi” del fichero “Visión y Mision_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.29 tabla de SQL Vision_Mision

Vision_Mision	
Campos	Tipos de datos
Id_V_M	Int
Vision	varchar(MAX)
Mision	varchar(MAX)

- **Modelo_Operativo:** Tabla del modelo operativo que engloba la asociación de una actividad a un objetivo estratégico como un plan de mejora (véase la tabla D.30). Su documento de inserción y consulta es (Figura C18, Anexo C) la hoja “Insertar-MO” del fichero “Modelos_Operativos_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.30 tabla de SQL Modelo_Operativo

Modelo_Operativo	
Campos	Tipos de datos
ID_Modelo_Operativo	Int
MO	varchar(MAX)
FK_Actividad_Plan	Int
FK_Objetivo_Estrategico	Int

- **Punto_F_D:** Tabla de puntos fuertes y débiles asociados a los modelos operativos cuyo tabla es “Modelo_Operativo” (véase la tabla D.31). La relación es de tipo “n” a “1” es decir, un grupo de puntos fuertes o débiles corresponden a cada modelo operativo.

Tabla D.31 tabla de SQL Punto_F_D

Punto_F_D	
Campos	Tipos de datos
ID_Pto	Int
Descripcion_F	varchar(MAX)
Descripcion_D	varchar(MAX)
Prioridad_D	Int
FK_MO	Int

- **Contexto_Estudio:** Tabla que guarda las descripciones de los estudios y está relacionado con los puntos fuertes y débiles obtenidos en el mismo (véase la tabla D.32).

Tabla D.32 tabla de SQL Contexto_Estudio

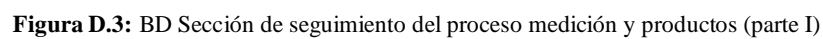
Contexto_Estudio	
Campos	Tipos de datos
Id_Estudio	Int
Descripcion_estudio	varchar(MAX)
FK_Vision_Mision	int

- **Estudio:** Tabla que guarda los datos de un conjunto de puntos fuertes, débiles y prioridad de los mismos referentes a los diferentes contextos que afectan a la SEO como el estado de la industria y mercado local, las iniciativas de mejora y la infraestructura tecnológica (véase la tabla D.33). Dicha tabla está relacionada con la tabla “Contexto_Estudio”. Su documento de inserción y consulta es (Figura C22, Anexo C) la hoja “Insertar-PF-PD” del fichero “Puntos fuertes y débiles del contexto interno y externo_ADD-IN2.xlsx”.

Tabla D.33 tabla de SQL Estudio

Estudio	
Campos	Tipos de datos
Id_Estudio	int
PF_CIEO	varchar(MAX)
PD_CIEO	varchar(MAX)
PD_Prio_CIEO	int
PF_CIIT	varchar(MAX)
PD_CIIT	varchar(MAX)
PD_Prio_CIIT	int
PF_CEEI	varchar(MAX)
PD_CEEI	varchar(MAX)
PD_Prio_CEEI	int
PF_CEE	varchar(MAX)
PD_CEE	varchar(MAX)
PD_Prio_CEE	Int
PF_CEEM	varchar(MAX)
PD_CEEM	varchar(MAX)
PD_Prio_CEEM	Int
FK_Contexto_Estudio	Int

Para apreciar la completitud de las relaciones de las tablas, sus campos y atributos que representan el proceso de medición y productos de trabajo de la gestión estratégica véase la figura D.3 y D.4.



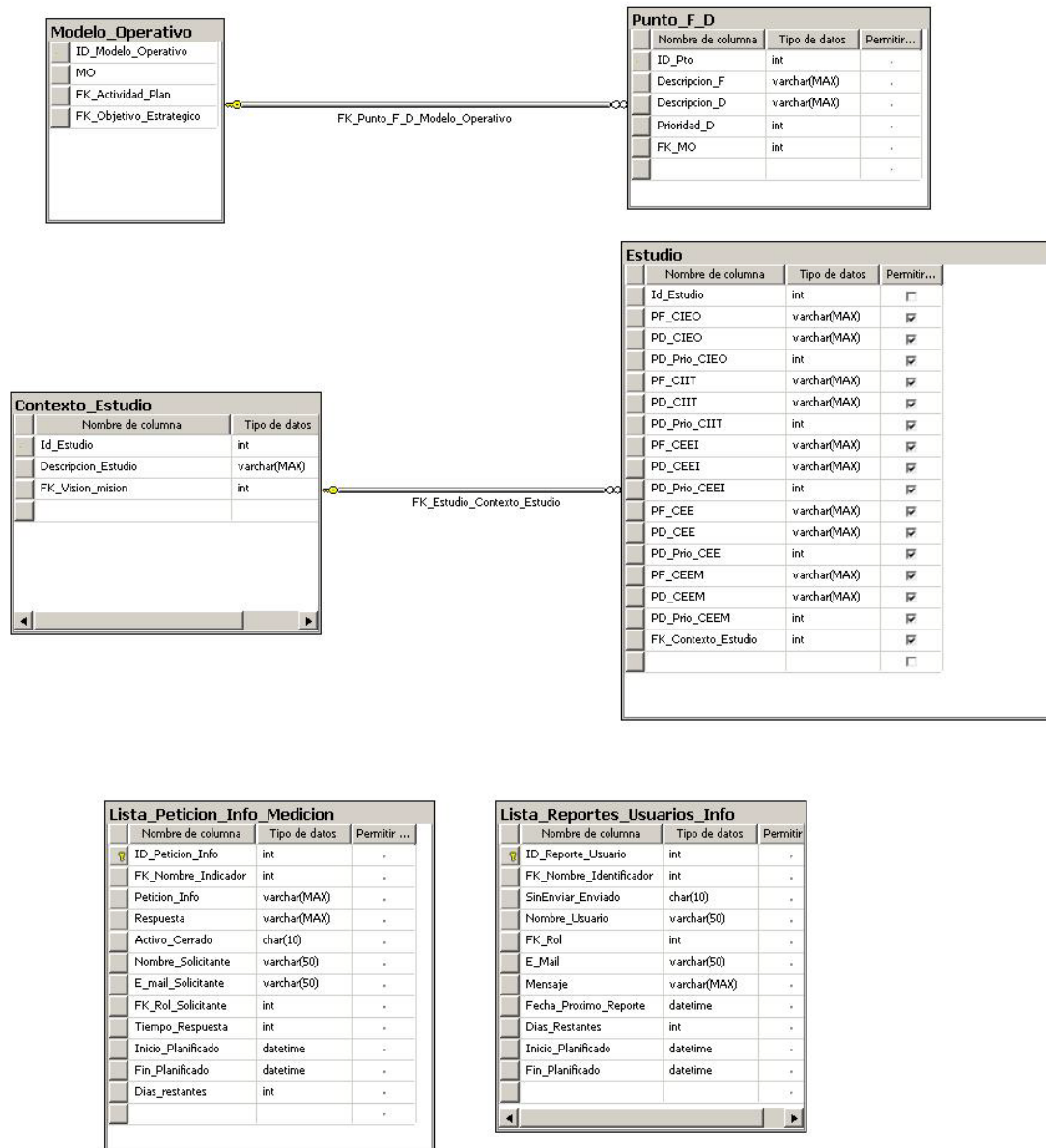


Figura 4.4: BD Sección de seguimiento del proceso medición y productos (Parte II)

D.1.3 Diseño y generación de documentos XML de los productos de trabajo de BOQM

D.1.3.1 Preparación de la Base de Datos

Uno de los propósitos del asistente de BOQM es ofrecer portabilidad y accesibilidad, es decir, que la información generada por los documentos Excel se pueda llevar a otras plataformas o sistemas operativos y que sea accesible desde cualquier navegador. Es por esta razón que se eligió como estándar portar los datos en el lenguaje XML.

Como solución a esta necesidad, se decide explotar una de las utilidades de SQL server los Procedimientos del asistente Web (Al Ingles, Web Assistant Procedures). Para poder habilitar estos servicios en la BD cambiamos su configuración con el siguiente script:

```
sp_configure 'show advanced options', 1; GO RECONFIGURE; GO  
sp_configure 'Web Assistant Procedures', 1; GO RECONFIGURE GO
```

0, que indica que los procedimientos del asistente de Web no están disponibles (valor predeterminado) y 1, que indica que los procedimientos del asistente de Web están disponibles.

Para utilizar el asistente de Web, se debe ejecutar también la script Web.sql, disponible en la ubicación de instalación de Microsoft SQL Server, en la carpeta MSSQL.x\MSSQL\Install. Con esto ya se han realizado todos los pasos necesarios para poder utilizar los procedimientos del asistente web para generar nuestros documentos XML.

D.1.3.2 Desarrollo de los scripts para generar documentos XML

Teniendo habilitados los servicios necesarios para crear documentos XML, lo siguiente hacer uso de ellos. Para poder generar estos documentos necesitamos seguir los siguientes pasos:

1. Creación de la consulta SQL que devolverá los datos a almacenar en el documento.
2. Creación de una plantilla (template) para definir la estructura del documento XML.
3. Ejecución de los Procedimientos del asistente web, es decir, el Stored Procedure sp_makewebtask.

1. En la sentencia SQL seleccionaremos los campos que queremos exportar en el fichero XML. Ej:

```
SELECT Campo1, Campo2, Campo3 FROM TABLA WHERE ESTADO=2
```

2. A continuación, creamos la plantilla. En este proceso es necesario tener un fichero de texto con extensión “.tpl”. El fichero plantilla nos permite dar el formato deseado al fichero XML. Para crear este fichero podemos utilizar el bloc de notas. Ej de la estructura del template:

```
<?xml version="1.0" standalone="yes"?>

<Datos>

                                <%begindetail%>
                                    <Cliente>
                                        <CodigoCliente><%insert_data_here%></CodigoCliente>
                                        <Nombre><%insert_data_here%></Nombre>
                                    </Cliente>
                                <%enddetail%>

</Datos>
```

Las instrucciones que busca SQL para colocar la información en el archivo son:

```
<%begindetail%>
<%insert_data_here%>
<%enddetail%>
```

3. El último paso consiste en ejecutar el “Stored Procedure sp_makewebtask”. Sp_makewebtask es un procedimiento almacenado (stored procedure) que se encarga de generar páginas html. Usando la plantilla podemos utilizar este procedimiento almacenado para crear ficheros XML. Sp_makewebtask tiene muchísimos parámetros, pero solamente 3 son básicos para exportar los datos. El caso genérico sería el siguiente:

```
EXEC sp_makewebtask @outputfile, @query, @templateFile
@OutPutFile: Path y nombre de la salida del fichero
@query: Consulta SQL
@TemplateFile: Ruta física del fichero del Template
```


Un ejemplo de código script para lanzar contra la base de datos y crear un documento XML sería el siguiente:

```
EXEC sp_makewebtask
@outputfile = 'c:\SALIDA\Fichero.xml',
@query = 'SELECT Campo1,Campo2,Campo3
FROM TABLA WHERE ESTADO=2',
@templatefile = 'C:\PLANTILLA\Template.tpl'
```

D.1.4 Diseño y desarrollo del componente Excel para la gestión de productos de trabajo BOQM

En esta sub sección se presentan todos los aspectos sobre el desarrollo de la herramienta integrada en Excel (Add-in) programada en C#. Se expondrán los requisitos para el desarrollo, estructuras y librerías empleadas, además se describirán los componentes más importantes. Sobre cada uno de estos apartados se incluirán ejemplos de tal modo que pueda servir como guía sencilla para desarrollos de complementos en Excel, esto sin llegar a mostrar las más de mil líneas de código del componente.

En concreto, se busca que el complemento sea capaz de interactuar con la BD BOQM en las dos direcciones, es decir, que podamos insertar y recuperar datos de la DB, específicamente los datos extraídos de las plantillas de las tablas en Excel, además que Excel muestre los datos automáticamente en las mismas plantillas. La salida del componente es una consulta lanzada sobre la BD con información que necesitemos revisar, o simplemente obtener la confirmación de que los datos se han almacenado correctamente.

D.1.4.1 Requerimientos tecnológicos y preparación

Estos son los requerimientos tecnológicos para el desarrollo del componente Excel:

- Para la realización del código se ha utilizado el “Microsoft Visual Studio 2008” con el paquete VSTO.
- para la realización del complemento es C# con las librerías ADO de .NET.
- Para el uso de estas librerías se requiere el “Microsoft .NET Framework 2.0” pero se aconseja instalar al última versión “Microsoft .NET Framework 3.5.”

El **primer paso** para el desarrollo de la aplicación será crear un proyecto con “Visual Studio” como entorno de trabajo cuya finalidad sea un complemento de office 2007, concretamente Excel 2007 (ver figura D.5).

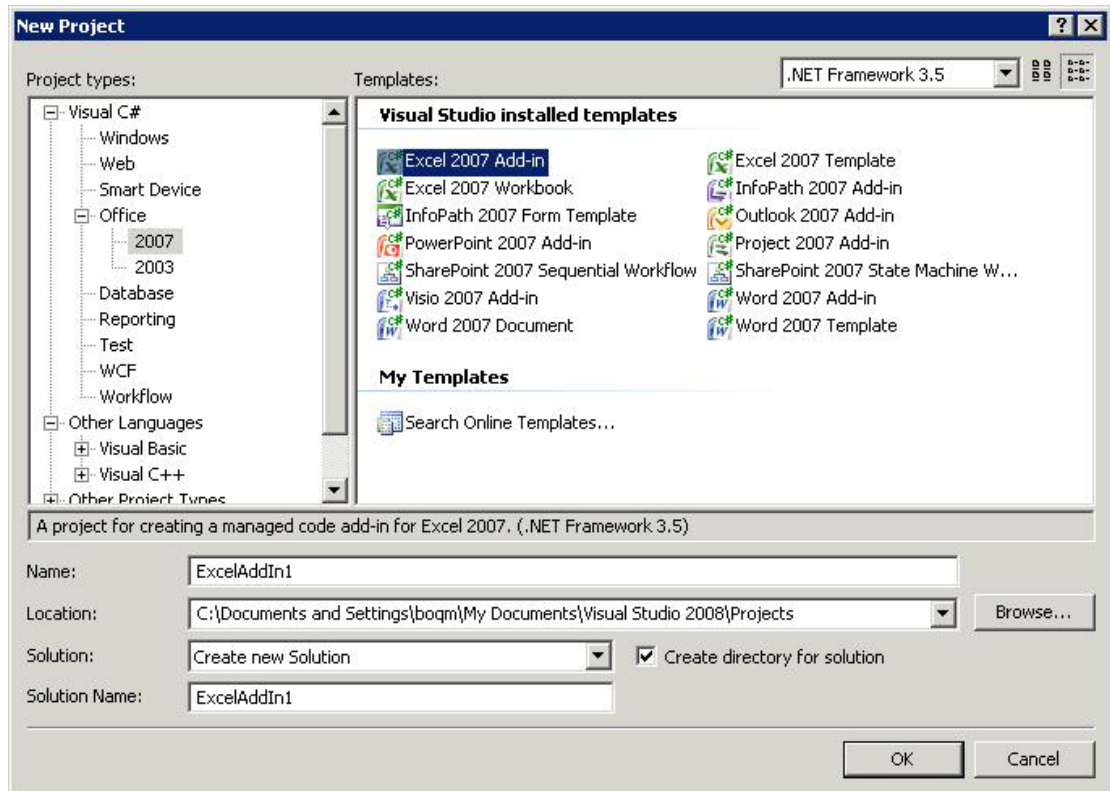


Figura 4.5: VSTO ventana de creación de proyecto

El fichero principal del proyecto creado tiene como extensión “.cs” y muestra dos métodos principales a los que incluir código: “ThisAdd-in_Startup” y “ThisAdd-in_Shutdown”. Esto se refiere al código que se ejecuta nada más arrancar Excel con el complemento y el que se ejecuta al cerrarlo respectivamente.

D.1.4.2 Desarrollo de la barra de herramientas

Para el desarrollo de esta aplicación, es necesaria la ejecución del código al abrir Excel con el complemento activo, además al cerrar el componente es necesaria una respuesta a un “Evento”, el evento “clic”, este envía la orden de recoger de nuestro documento activo en Excel, específicamente recoger la información que queremos introducir a la base de datos.

Actualmente, Excel cuenta con un conjunto de botones distribuidos en barras de herramientas. Para añadir una barra de herramientas a nuestro complemento, desde

VSTO hacemos clic con el botón derecho sobre nuestro proyecto, “Add→ New Item” → “Ribbon XML” (ver figura D.6).

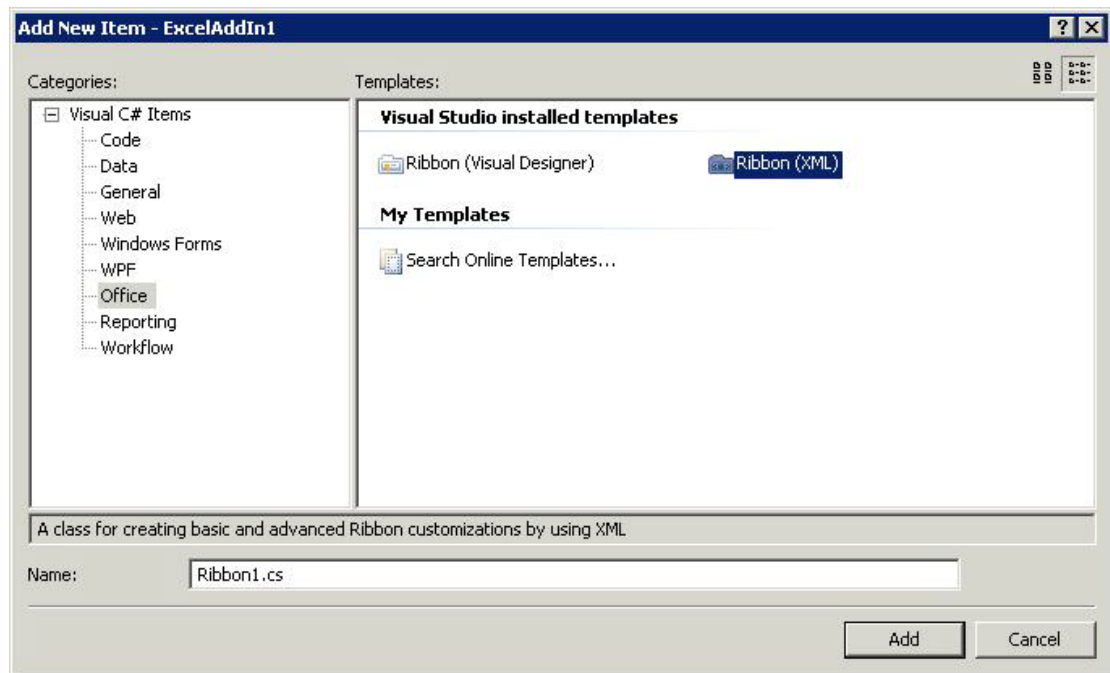


Figura 4.6: VSTO ventana para añadir elementos (ítems) al proyecto

Al dar clic añadir, dos nuevos ficheros se crean en el proyecto, “Ribbon.xml” y “Ribbon.cs”.

El fichero “Robbon.xml” es un fichero de tipo XML como su extensión indica. Facilitando el trabajo, las barras de herramientas y sus botones están distribuidos y contenidos en un documento XML con el siguiente aspecto:

```
<ribbon>
  <tabs>
    <tab idMso="TabAdd-ins">
      <group id="MyGroup"
        label="BOQM">
        <button id="Button1"
          size="large"
          label="Insertar en BD_BOQM"
          screentip="My Button Screentip"
          onAction="OnButton1"
          imageMso="HappyFace" />
      </group>
    </tab>
```

```
</tabs>
</ribbon>
```

La etiqueta “<tab>” se refiere a una barra de herramientas, “<group>” a un subgrupo dentro de la barra de de herramientas y “<button>” a un botón conteniendo a su vez en el subgrupo. En el segundo fichero creado “Ribbon.cs”, se añade el código que integra la barra de herramientas en el complemento y asocia los eventos de pulsar sobre los botones con un método de nuestro proyecto. En el caso del proyecto realizado valdría como ejemplo esta parte del código:

```
public Ribbon1()
{
}

#region IRibbonExtensibility Members
public string GetCustomUI(string ribbonID)
{
    return GetResourceText("davi_excel_Add-in.Ribbon1.xml");
}
#endregion
#region Ribbon Callbacks

public void OnButton1(Office.IRibbonControl control)
{
    Globals.ThisAdd-in.Excel_Add-in_BOQM();
}
```

Donde “Excel_Add-in_BOQM()” es el método principal que inserta datos extraídos de las celdas del documento activo en la BD BOQM. El resultado visual se puede apreciar en la figura D.7.

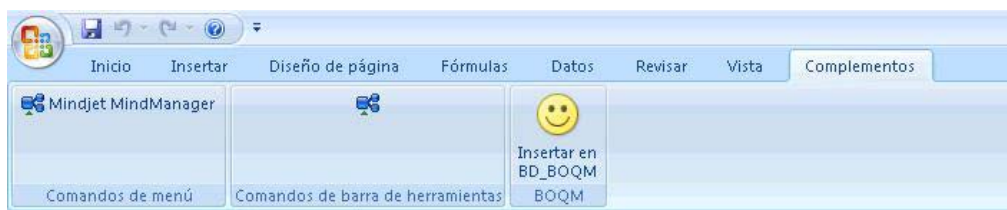


Figura D.7: Barra de herramientas y botón del complemento Excel

D.1.4.3 Extracción e inserción de datos en Excel

Para recorrer las celdas de un libro de Excel automáticamente y extraer su contenido utilizamos los objetos de Excel “workbook”, cuya estructura es el propio documento Excel, el “worksheet”, que contiene la estructura de una hoja de fichero Excel y a su vez “sheet” como unidad mínima que sería la celda. Si queremos obtener un grupo de celdas como objeto utilizamos “Range”.

De este modo para declarar los siguientes objetos y referenciarlos se utiliza el siguiente código:

```
//Declaraciones
Excel.Range miRango = null;
Excel.Worksheet miSheet = null;
String miValor = "";
//A continuación inicia el objeto miSheet con los datos de la hoja
activa en Excel.
miSheet = this.Application.ActiveSheet as Excel.Worksheet;
//Selecciona una o varias celdas en este caso A1 como rango
miRango = miSheet.get_Range("A1", "A1");
//Escribe un valor en el rango
miRango.set_Value(Missing.Value,10);
//Extrae un valor de la celda y lo almacena en la variable miValor de
tipo cadena
miValor = miRango.get_Value(Missing.Value).ToString();
```

D.1.4.4 Automatización de las consultas

Se busca facilitar en la medida de lo posible todas las tareas al usuario de la herramienta BOQM. Para ello, el complemento al abrir un documento de Excel realiza una serie de comprobaciones y si lo reconoce como documento de BOQM inserta una serie de datos sobre determinadas celdas como listado de una consulta.

Para saber como el complemento que se ha abierto un documento es necesario nuevamente un evento. El VSTO nos permite acceder a los eventos generados por la suite “Office 2007”, el que se necesita es el evento “abrir documento”. Para poder utilizarlo se debe habilitar la detección de este evento nada más arrancar el programa, y para ello tenemos el método predefinido “Startup” comentado anteriormente. El código que implementaría todo esto tiene la siguiente estructura:

```
private void ThisAdd-in_Startup(object sender, System.EventArgs e)
{
    // Declaración y preparacion de evento abrir libro
    (fichero) excel
    this.Application.WorkbookOpen += new
Microsoft.Office.Interop.Excel.AppEvents_WorkbookOpenEventHandler(event
to_abrir);
}
```

Cada vez se ejecute sobre Excel el evento “Abrir archivo” nuestro complemento detectará la señal y llamará al método “evento_abrir” que realizará las tareas pertinentes de chequeo de documento e impresión de datos en caso de ser necesario.

D.1.4.5 Conexión con la base de datos SQL

Para conectar a la BD y extraer información, se utilizan los objetos “Connection” y “Recordset” de las librerías ADO.NET. Si queremos emplear los objetos comentados deberemos utilizar una referencia a las librerías pertinentes, en este caso “Microsoft ActiveX Data Objects 2.X library” (Ver figura D.8). Para ello se hace clic con el botón derecho sobre el proyecto → Add Reference → Pestaña COM → Microsoft ActiveX Data Objects 2.X library.

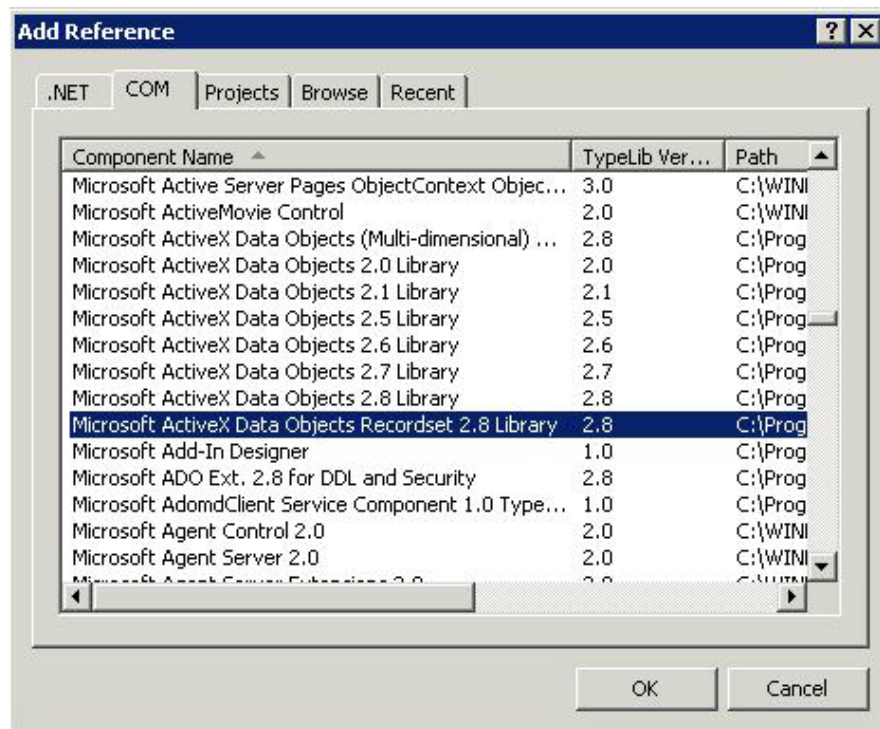


Figura D.8: – VSTO Ventana para referencias

Ahora que se tienen las referencias se puede realizar la conexión a través del objeto “connection”. A continuación, se declara una cadena de conexión con los datos referentes al servidor en que se encuentra la BD, nombre de la BD, la tecnología de la BD, el puerto y los datos de autenticación:

```
ADODB.Connection Conn = new ADODB.Connection();
string DBConnection = "Provider=SQLOLEDB;Data
Source=122.122.122.122,1433//MSSQLSERVER;Initial Catalog=BOQM;User
ID=Usuario;Password=Contraseña;";
Conn.Open(DBConnection, "", "", -1);
```

Una vez establecida la conexión, sólo queda lanzar una consulta sobre la base de datos y almacenar el resultado como una tabla dentro del objeto “Recordset”. Cada campo de una tupla de la consulta se almacena como “Field”. De este modo, para crear el objeto “recordset”, lanzar una consulta sobre la BD y extraer la información utilizamos el siguiente código:

```
ADODB.Recordset rs = new ADODB.Recordset();
String miValor;
//Texto de la consulta para SQL server
```

```
String SQL = "SELECT OM.Objetivo_Mejora, CI.Nombre FROM
Catalogo_Objeticivos_Mejora CA INNER JOIN Catalogo_Indicadores CI ON
CA.FK_Indicador = CI.ID_Cat_Indicador INNER JOIN Objetivo_Mejora OM ON
CA.FK_Objetivo = OM.ID_Objetivo";
//Lanzamos la consulta a la base da datos utilizando la conexion
rs.Open(SQL, DBConnection, ADODB.CursorTypeEnum.adOpenStatic,
ADODB.LockTypeEnum.adLockOptimistic, 1);
//Extraemos valor y lo almacenamos en miValor
miValor = rs.Fields[i];
//Siguiete tupla
rs.MoveNext();
//cerramos recordset
rs.Close();
```

El segundo campo de la sentencia “Open” es el tipo de cursor. Un cursor corresponde a un tipo de restricción aplicable al “Recordset”, y que señala la forma en que se podrá recorrer este objeto. Dependiendo de cómo se configuren las propiedades del tipo de cursor del objeto “Recordset”, se puede recorrer y actualizar los registros. Los cursores de la base de datos se comportan como punteros que permiten encontrar un elemento específico de un conjunto de registros. Los cursores son especialmente útiles para recuperar y examinar registros, y después realizar operaciones basadas en dichos registros. Si lo que se necesita es recorrer el Recordset en forma secuencial, lo mejor es utilizar el cursor por defecto ya que es el que consume menos recursos, agilizando las operaciones. Por el contrario, si necesitamos recorrer el Recordset de otra forma, estos son los tipos de cursores existentes:

- “**adOpenForwardOnly**”, “0” Es el cursor por defecto y nos permite recorrer el Recordset en forma secuencial.
- “**adOpenKeySet**”, “1” Permite movernos hacia delante y atrás. Permite observar las modificaciones en los datos del Recordset , no así si existen ingresos de nuevos registros.
- “**adOpenDynamic**”, “2” Permite movernos en cualquier sentido, viendo cualquier modificación, ingreso o eliminación de datos del Recordset.
- “**adOpenStatic** “, “3” Permite movernos en cualquier sentido, pero no se verá ningún cambio ocurrido en la tabla.

El tercer campo de la sentencia “Open” es el cerrojo. Los cerrojos deben ser utilizados casi obligatoriamente en Recordset que hacen referencia a bases de datos con alta

conurrencia de usuarios. Mediante la utilización de estos cerrojos se podrá controlar el tipo de acceso que le daremos a los demás usuarios cuando alguien se encuentre modificando el Recordset. Los tipos de cerrojos que podremos utilizar son los siguientes:

- **“adLockReadOnly”**, “1” Es el cerrojo por defecto y no permite modificar los registros de la tabla.
- **“adLockPessimistic”**, “2” Una vez que alguien abre la tabla, ésta queda bloqueada para los demás usuarios. Con este modo se asegura la integridad de los datos.
- **“adLockOptimistic”**, “3” La tabla sólo será bloqueada a los demás usuarios mientras se ejecute una operación Update. De esta forma la tabla se bloqueará durante mucho menos tiempo que con el método anterior.
- **“adBatchOptimistic”**, “4” Los registros serán actualizados en modo batch.

En el ejemplo anterior se muestra el caso de la lectura de datos del “Recordset” (Consulta). En caso de querer insertar datos a la BD se debe realizar de igual modo una “consulta” que contenga los datos de la tabla que se van a actualizar, o la tabla en la que se van a crear tuplas nuevas. El código que realizaría la funcionalidad comentada es el siguiente:

```
String SQL = "SELECT Rol, Funciones FROM Roles";
rs.Open(SQL, DBConnection, ADODB.CursorTypeEnum.adOpenStatic,
ADODB.LockTypeEnum.adLockOptimistic, 1);
//Apuntamos a las celdas con datos a leer, los cargamos en el puntero
y los enviamos a la BD.
rs.AddNew(Missing.Value, Missing.Value); //movemos puntero a nuevo
miRango = miSheet.get_Range("A3", "A3");
rs.Fields[0].Value = miRango.get_Value(Missing.Value);
miRango = miSheet.get_Range("B3", "B3");
rs.Fields[1].Value =
miRango.get_Value(Missing.Value);
//cargar
rs.Update(Missing.Value, Missing.Value);
//cerramos recordset
rs.Close();
```

D.1.5 Manual de usuario del componente

En primer lugar, antes de aprender a utilizar el componente, necesitamos tenerlo instalado en nuestro equipo. Para poder instalar el complemento resultante de la compilación del Add-in necesitamos instalar primero el “Microsoft .Net Framework 3.5” y la herramienta “Visual Studio Tools for the Office system 3.0”. (Ver figuras D.8 y D.9).



Figura D.8: Instalador Microsoft .NET Framework 3.5



Figura D.9: Instalador VSTO 3.0

A continuación procedemos a instalar el complemento del asistente software sobre nuestra instalación de Office 2007.

Ahora que está todo listo se presenta de manera práctica el funcionamiento de la aplicación en cuatro pasos (vea figura D.10):

1. Abrir desde Excel 2007 un documento válido de BOQM. Cumplimentar los datos en función del tipo especificado justo debajo.
2. Los campos que sean de tipo desplegable, clic en el botón de despliegue y seleccionar uno de los datos listados. No se deben insertar datos manualmente en este tipo de campos.
3. Tras rellenar todos los campos pertinentes buscar la pestaña "Complementos" en la barra de herramientas de Excel y "clicar" sobre el botón "Insertar en BD_BOQM". Aparecerá una ventana de advertencia para que revise sus datos puede Aceptar o Cancelar para corregirlos y volver a empezar. Si en la ventana anterior aceptó, se envían los datos a la BD y aparecerá una ventana confirmando la correcta inserción.

4. A continuación de la lista de datos aparecerán los correspondientes a la última inserción.

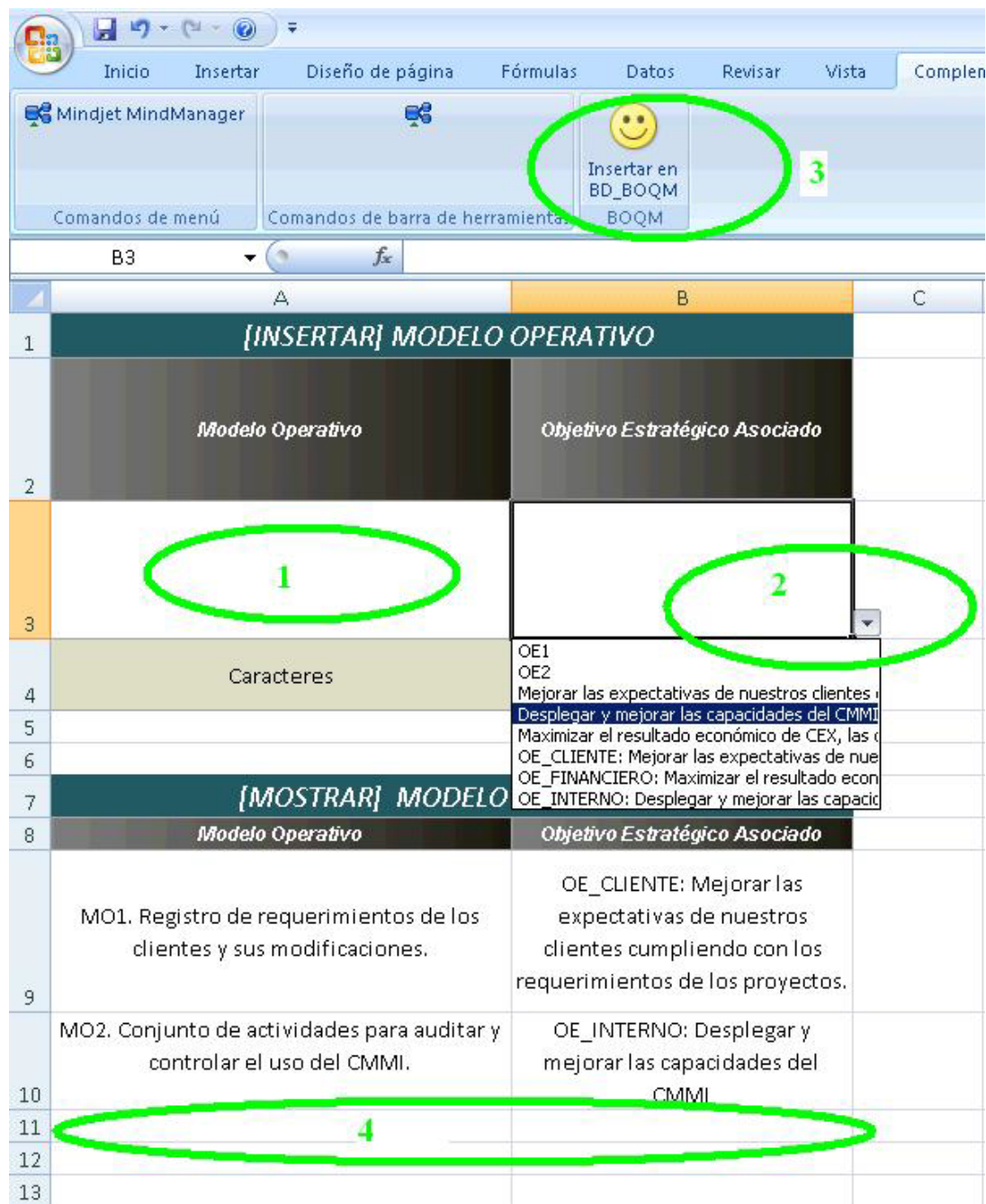


Figura D.10: Ejemplo del uso de un libro Excel de BOQM